

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10 OCT 2005

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 15 日 (15.04.2004)

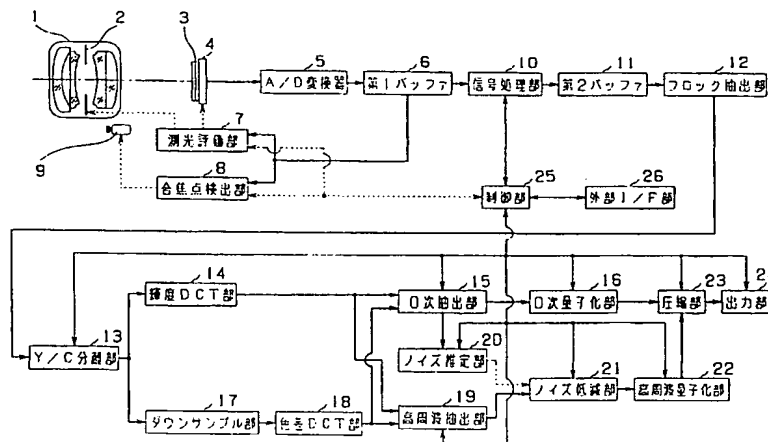
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/032486 A1

- (51) 国際特許分類: H04N 5/21 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鶴岡 建夫 (TSU-  
RUOKA, Takao) [JP/JP]; 〒194-0011 東京都 町田市 成  
瀬が丘二丁目 2 3 番 1 6 号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012653
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003) (74) 代理人: 伊藤 進 (ITO, Susumu); 〒160-0023 東京都  
新宿区 西新宿七丁目 4 番 4 号 武蔵ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY,  
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (30) 優先権データ:  
特願2002-291562 2002 年 10 月 3 日 (03.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリン  
パス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP];  
〒151-0072 東京都 渋谷区 幡ヶ谷二丁目 4 3 番 2 号  
Tokyo (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される  
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語  
のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: IMAGING SYSTEM AND REPRODUCING SYSTEM

(54) 発明の名称: 撮像システムおよび再生システム



- 5...A/D CONVERTER  
6...FIRST BUFFER  
10...SIGNAL PROCESSING SECTION  
11...SECOND BUFFER  
12...BLOCK EXTRACTING SECTION  
7...PHOTOMETRY EVALUATING SECTION  
8...FOCUSING DETECTING SECTION  
25...CONTROL SECTION  
26...EXTERNAL I/F SECTION  
13...Y/C SEPARATING SECTION  
14...LUMINANCE DCT SECTION  
15...ZERO-ORDER EXTRACTING SECTION  
16...ZERO-ORDER QUANTIZING SECTION  
23...COMPRESSING SECTION  
24...OUTPUT SECTION  
20...NOISE ESTIMATING SECTION  
17...DOWN-SAMPLING SECTION  
18...COLOR DIFFERENCE DCT SECTION  
19...HIGH-FREQUENCY EXTRACTING SECTION  
21...NOISE REDUCING SECTION  
22...HIGH-FREQUENCY QUANTIZING SECTION

(57) Abstract: An imaging system comprising an extracting section for extracting a block area of predetermined size from a signal outputted from an imaging device, a converting section for converting the signal of the extracted block area into a signal in a frequency space, an estimating section for estimating the noise quantity of the frequency components other than the zero-order component of the converted signal on the basis of the zero-order

[続葉有]



WO 2004/032486 A1



---

component, a noise reducing section for reducing noise concerning the frequency components other than the zero-order components according to the noise quantity, and a compressing section for compressing the zero-order component and the noise-reduced frequency components other than the zero-order component.

(57) 要約: 本発明の撮像システムは、撮像素子の信号から所定サイズのブロック領域を抽出する抽出部と、該抽出されたブロック領域の信号を周波数空間における信号に変換する変換部と、該変換された周波数空間における信号の内の0次成分に基づいて0次成分以外の周波数成分に関するノイズ量を推定する推定部と、該推定されたノイズ量に基づいて0次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減部と上記0次成分とノイズを低減された0次成分以外の周波数成分とを圧縮処理する圧縮部とを具備する。

## 明 細 書

## 撮像システムおよび再生システム

## 5 技術分野

本発明は、J P E GあるいはM P E Gなどの周波数空間を利用する圧縮処理を行う際または伸張処理を行う際に、同時に、撮像素子系に起因するランダムノイズを高精度に低減するようにした撮像システムおよび再生システムに関する。

10

## 背景技術

撮像素子とそれに付随するアナログ回路およびA/Dコンバータから得られるデジタル化された信号中には、一般にノイズ成分が含まれており、このノイズ成分は、固定パターンノイズとランダムノイズとに大別することができる。

15

上記固定パターンノイズは、欠陥画素などに代表されるような、主に撮像素子に起因するノイズである。

20

一方、ランダムノイズは、撮像素子およびアナログ回路において発生するものであり、ホワイトノイズ特性に近い特性を有している。

25

後者のランダムノイズに関しては、例えば特開2001-157057号公報において、静的に与えられる定数項 $a$ 、 $b$ 、 $c$ と濃度値に変換した信号レベル $D$ とを用いて、ノイズ量 $N$ を、 $N = a b^{cd}$ により関数化し、この関数から信号レベル $D$ に対するノイズ量 $N$ を推定して、推定したノイズ量 $N$ に基づきフィルタリングの周波数特性を制御する技術が開示されていて、これにより、信号レベルに対して適応的なノイズ低減処理が行われるようになっている。

また、他の例として、特開2002-57900号公報には、

注目画素とその近傍画素との差分値 $\Delta$ を求めて、求めた差分値 $\Delta$ と静的に与えられる定数項 $a$ 、 $b$ とを用いて、移動平均法で用いる平均画素数 $n$ を、 $n = a / (\Delta + b)$ により関数化して制御するとともに、求めた差分値 $\Delta$ が所定の閾値以上である場合には移動平均を行わないようにする技術が記載されている。このような技術を用いることにより、エッジなどの原信号を劣化させることなくノイズ低減処理が行われるようにしている。さらに、ノイズ低減後の信号は、J P E GやM P E Gなどの周波数空間を利用した圧縮処理が行われて記録保存され、再生時には該圧縮された信号に対して伸張処理が行われるようになっている。

上述したような特開 2 0 0 1 - 1 5 7 0 5 7 号公報および特開 2 0 0 2 - 5 7 9 0 0 号公報における関数は、何れも実空間で定義された関数であるために、ノイズ低減処理は、これらの関数を用いて実空間で行うことになる。これに対して、圧縮伸張処理は、一般的に周波数空間で行われるために、ノイズ低減処理とは独立して行わなければならない。

このように、従来の構成では、ノイズ低減処理と圧縮伸張処理とを別個の独立したシステムにより処理しなければならないために、高速処理を行うことが可能な撮像システムや再生システムを低コストに構築しようとする際の課題となっている。

また、上述したような関数で使用する定数項は固定的に与えられたものであるために、システムの一部が更新された場合や経時変化が生じた場合などに対応することができず、柔軟性に欠けるという課題がある。さらに、上記各文献に記載された技術で構築されたシステムは、関数で使用する定数項が算出されていないと、ノイズ低減処理を行うことができないという課題がある。

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、高画質な画像を低コストかつ高速処理で得ることが可能な撮像システム及び再生システムを提供することを目的としている。

また本発明は、多様なシステムに柔軟に対応して高画質な画像を得ることが可能な撮像システムおよび再生システムを提供することを目的としている。

## 5 発明の開示

本発明の撮像システムは、撮像素子の信号から所定サイズのブロック領域を抽出する抽出部と、該抽出されたブロック領域の信号を周波数空間における信号に変換する変換部と、該変換された周波数空間における信号の内の0次成分に基づいて0次成分以外の周波数成分に関するノイズ量を推定する推定部と、該推定されたノイズ量に基づいて0次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減部と上記0次成分とノイズを低減された0次成分以外の周波数成分とを圧縮処理する圧縮部とを具備する。

## 15 図面の簡単な説明

図1：本発明の第1の実施形態における撮像システムの構成を示すブロック図

図2：上記第1の実施形態におけるノイズ推定部の構成を示すブロック図

20 図3A：上記第1の実施形態において、DCT変換を説明するための図

図3B：上記第1の実施形態において、DCT変換を説明するための図

25 図4A：上記第1の実施形態におけるノイズ量の定式化を説明するための線図

図4B：上記第1の実施形態におけるノイズ量の定式化を説明するための線図

図5A：上記第1の実施形態においてノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図

図 5 B : 上記第 1 の実施形態においてノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図

図 5 C : 上記第 1 の実施形態においてノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図

5 図 6 : 上記第 1 の実施形態におけるノイズ低減部の構成を示すブロック図

図 7 A : 上記第 1 の実施形態におけるノイズ低減および圧縮のソフトウェア処理を示すフローチャート

10 図 7 B : 上記第 1 の実施形態におけるノイズ低減および圧縮のソフトウェア処理を示すフローチャート

図 8 : 本発明の第 2 の実施形態における撮像システムの構成を示すブロック図

図 9 A : 上記第 2 の実施形態において、ウェーブレット変換を説明するための図

15 図 9 B : 上記第 2 の実施形態において、ウェーブレット変換を説明するための図

図 9 C : 上記第 2 の実施形態において、ウェーブレット変換を説明するための図

20 図 10 : 上記第 2 の実施形態におけるノイズ推定部の構成を示すブロック図

図 11 : 上記第 2 の実施形態におけるノイズ低減部の構成を示すブロック図

図 12 : 本発明の第 3 の実施形態における再生システムの構成を示すブロック図

25 図 13 A : 上記第 3 の実施形態における伸張およびノイズ低減のソフトウェア処理を示すフローチャート

図 13 B : 上記第 3 の実施形態における伸張およびノイズ低減のソフトウェア処理を示すフローチャート

図 14 : 本発明の第 4 の実施形態における撮像システムの構成

を示すブロック図

図 15 : 上記第 4 の実施形態におけるノイズ低減処理に使用するパラメータ校正のソフトウェア処理を示すフローチャート

5 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 から図 7 B は本発明の第 1 の実施形態を示したものであり、図 1 は撮像システムの構成を示すブロック図、図 2 はノイズ推定部の構成を示すブロック図、図 3 A、図 3 B は D C T 変換を説明するための図、図 4 A、図 4 B はノイズ量の定式化を説明するための線図、図 5 A、図 5 B、図 5 C はノイズ量の定式化に用いるパラメータを説明するための線図、図 6 はノイズ低減部の構成を示すブロック図、図 7 A、図 7 B はノイズ低減および圧縮のソフトウェア処理を示すフローチャートである。

15 この撮像システムは、図 1 に示すように、被写体像を結像するためのレンズ系 1 と、このレンズ系 1 内に配置されていて該レンズ系 1 における光束の通過範囲を規定するための絞り 2 と、上記レンズ系 1 による結像光束から不要な高周波成分を除去するためのローパスフィルタ 3 と、このローパスフィルタ 3 を介して結像  
20 される光学的な被写体像を光電変換して電氣的な映像信号を出力する撮像素子たる C C D 4 と、この C C D 4 から出力されるアナログの映像信号をデジタル信号へ変換する A / D 変換器 5 と、この A / D 変換器 5 から出力されたデジタルの画像データを一時的に記憶する第 1 バッファ 6 と、この第 1 バッファ 6 に記憶された  
25 画像データを用いて被写体に関する測光評価を行いその評価結果に基づき上記絞り 2 および C C D 4 の制御を行う測光評価部 7 と、上記第 1 バッファ 6 に記憶された画像データを用いて合焦点検出を行い検出結果に基づき後述する A F モータ 9 を駆動する合焦点検出部 8 と、この合焦点検出部 8 により制御されて上記レンズ

系 1 に含まれるフォーカスレンズ等の駆動を行う A F モータ 9 と、上記第 1 バッファ 6 に記憶された映像信号を読み出してホワイトバランス処理や補間処理、強調処理などの一般的な信号処理を行う信号処理部 10 と、この信号処理部 10 により処理された映像信号を一時的に記憶する第 2 バッファ 11 と、この第 2 バッファ 11 に記憶された映像信号を所定のブロックサイズ単位で順次読み出すブロック抽出手段たるブロック抽出部 12 と、このブロック抽出部 12 により読み出されたブロック単位の R G B 信号を輝度信号 Y と色差信号 C b , C r とに分離する Y / C 分離部 13 と、この Y / C 分離部 13 により分離された輝度信号 Y について公知の D C T (Discrete Cosine Transform) 変換を行うことにより周波数空間の信号に変換する変換手段たる輝度 D C T 部 14 と、上記 Y / C 分離部 13 により分離された色差信号 C b , C r について所定の比率でダウンサンプリングを行うダウンサンプル部 17 と、このダウンサンプル部 17 によりダウンサンプリングされた色差信号 C b , C r に上記 D C T 変換を行うことにより周波数空間の信号に変換する変換手段たる色差 D C T 部 18 と、上記輝度 D C T 部 14 の出力から 0 次成分を抽出しさらに上記色差 D C T 部 18 の出力から 0 次成分を抽出する 0 次抽出部 15 と、この 0 次抽出部 15 により抽出された 0 次成分を量子化する 0 次量子化部 16 と、上記 0 次抽出部 15 により抽出された 0 次成分から 0 次成分以外の周波数成分に関するノイズ量を推定するノイズ推定手段たるノイズ推定部 20 と、上記輝度 D C T 部 14 の出力から 0 次成分以外の周波成分を抽出しさらに上記色差 D C T 部 18 の出力から 0 次成分以外の周波成分を抽出する高周波抽出部 19 と、上記ノイズ推定部 20 により推定されたノイズ量に基づき上記高周波抽出部 19 により抽出された高周波成分のノイズを低減するノイズ低減手段たるノイズ低減部 21 と、このノイズ低減部 21 により処理された高周波成分を量子化する高周波量子化



部 2 2 と、上記 0 次量子化部 1 6 の出力と高周波量子化部 2 2 の出力とを圧縮処理する圧縮手段たる圧縮部 2 3 と、この圧縮部 2 3 により圧縮された画像データを例えばメモリカード等の記録媒体に記録するために出力する出力部 2 4 と、電源スイッチ，シャッターボタン，各種の撮影モードを切り替えるためモードスイッチ等へのインターフェースを備えた外部 I / F 部 2 6 と、上記測光評価部 7，合焦点検出部 8，信号処理部 1 0，Y / C 分離部 1 3，0 次抽出部 1 5，0 次量子化部 1 6，高周波抽出部 1 9，ノイズ推定部 2 0，ノイズ低減部 2 1，高周波量子化部 2 2，圧縮部 2 3，出力部 2 4，外部 I / F 部 2 6 と双方向に接続されていてこれらを含むこの撮像システムを統合的に制御するマイクロコンピュータ等でなる制御手段であり取得手段を兼ねた制御部 2 5 と、を有して構成されている。

次に、図 1 に示したような撮像システムにおける信号の流れについて説明する。

この撮像システムは、外部 I / F 部 2 6 を介して I S O 感度などの撮影条件を設定することができるよう構成されており、これらの設定がなされた後に、2 段式の押しボタンスイッチでなるシャッターボタンを半押しすることにより、プリ撮像モードに入る。

上記レンズ系 1，絞り 2，ローパスフィルタ 3 を介して結像された光学像は、C C D 4 により撮影されてアナログの映像信号として出力され、A / D 変換器 5 によりデジタル信号へ変換されて、第 1 バッファ 6 へ転送される。

なお、上記 C C D 4 は、本実施形態に示す例においては、撮像面の前面に原色 R G B 色フィルタが配置された単板式原色カラー C C D として構成されたものである。

第 1 バッファ 6 内の映像信号は、その後、測光評価部 7 と合焦点検出部 8 とへ各転送される。

測光評価部 7 は、画像中の輝度レベルを求めて、設定された ISO 感度や手ぶれ限界のシャッタ速度などを考慮して適正露光値を算出し、この適正露光値となるように絞り 2 による絞り値や CCD 4 の電子シャッタ速度などを制御する。

- 5      また、合焦点検出部 8 は、画像中のエッジ強度を検出して、このエッジ強度が最大となるように AF モータ 9 を制御し合焦画像を得る。

このようなプリ撮像モードを行うことにより本撮影の準備が整ったところで、次に、シャッタボタンが全押しにされたことを外部 I/F 部 26 を介して検出すると、本撮影が行われる。

この本撮影は、測光評価部 7 により求められた露光条件と合焦点検出部 8 により求められた合焦条件とに基づいて行われ、これらの撮影時の条件は取得手段たる制御部 25 へ転送される。

- 15      こうして本撮影が行われると、映像信号が、プリ撮像のときと同様に、第 1 バッファ 6 へ転送され記憶される。

この第 1 バッファ 6 内の映像信号は、信号処理部 10 へ転送されて、公知のホワイトバランス処理，補間処理，強調処理などが行われた後に、第 2 バッファ 11 へ転送される。

- 20      ブロック抽出部 12 は、制御部 25 の制御に基づいて、上記第 2 バッファ 11 に記憶されている映像信号を、所定のブロックサイズ、例えば 8 × 8 画素でなるブロックを単位として順次読み出し、Y/C 分離部 13 へ転送する。

- 25      Y/C 分離部 13 は、次の数式 1 に示すような変換式に基づいて、ブロック抽出部 12 からの RGB 信号でなる映像信号を輝度信号 Y と色差信号 Cb, Cr とへ変換する。

【数 1】

$$Y = 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B$$

$$Cb = -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B$$

- 9 -

$$Cr = 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B$$

こうして Y / C 分離部 13 により生成された輝度信号 Y は輝度 DCT 部 14 へ、色差信号 Cb, Cr はダウンサンプル部 17 へ  
5 、それぞれ転送される。

ダウンサンプル部 17 は、色差信号 Cb, Cr を所定の比率で  
ダウンサンプリングした後に、色差 DCT 部 18 へ転送する。

上記輝度 DCT 部 14 と色差 DCT 部 18 とは、上述したよう  
10 により、公知の DCT (Discrete Cosine Transform) 変換を行うこ  
とにより、実空間における映像信号を周波数空間における信号に  
変換する。

上記周波数空間へ変換された信号は、制御部 25 の制御に基づ  
いて、輝度信号 Y, 色差信号 Cb, 色差信号 Cr の順に、以下に  
示すように、ノイズ低減処理と圧縮処理とが行われる。

15 まず、0 次抽出部 15 が、上記輝度 DCT 部 14 と色差 DCT  
部 18 とにより変換された周波数空間の信号から、0 次成分を抽  
出する。

次に、0 次量子化部 16 が、この 0 次抽出部 15 により抽出さ  
れた 0 次成分を所定間隔で量子化する。

20 そして、圧縮部 23 が、この量子化後の 0 次成分に公知のハフ  
マン符号や算術符号などにより圧縮する。こうして圧縮された信  
号は、出力部 24 に順次転送されて、上述したようにメモ리카  
ード等に保存される。

ノイズ推定部 20 は、0 次抽出部 15 から 0 次成分を取得する  
25 とともに、制御部 25 から撮影時の情報を取得して、これらの情  
報に基づき、0 次成分以外の周波数成分に対するノイズ量を算出  
する。

一方、高周波抽出部 19 は、上記輝度 DCT 部 14 と色差 DCT  
部 18 とにより変換された周波数空間の信号から、0 次成分以

外の周波数成分を抽出する。

ノイズ低減部 21 は、ノイズ推定部 20 からのノイズ量に基づき、高周波抽出部 19 からの 0 次成分以外の周波数成分に対してノイズ低減処理を行う。

- 5 高周波量子化部 22 は、ノイズ低減部 21 によりノイズ低減処理された高周波成分を所定間隔で量子化する。

- 上記圧縮部 23 は、この高周波量子化部 22 により量子化された高周波成分についても、上記 0 次量子化部 16 により量子化された 0 次成分と同様に、公知のハフマン符号や算術符号などにより  
10 り圧縮する。こうして圧縮された信号は、出力部 24 に順次転送されて、上述したようにメモリカード等に保存される。なお、この圧縮部 23 による圧縮処理は、例えば、公知の J P E G 圧縮処理に準拠してなされている。

- なお、上述したような Y / C 分離部 13，0 次抽出部 15，0  
15 次量子化部 16，高周波抽出部 19，ノイズ推定部 20，ノイズ低減部 21，高周波量子化部 22，圧縮部 23 によるそれぞれの処理は、制御部 25 の制御に基づき、ブロック抽出部 12 がブロックを抽出する動作に同期して、ブロック単位で行われる。

- 次に、図 2 を参照して、ノイズ推定部 20 の構成の一例について  
20 て説明する。

- このノイズ推定部 20 は、C C D 4 の標準的な温度を後述する係数算出部 32 へ転送する付与手段たる標準値付与部 31 と、ノイズ量を推定する際に用いる後述する関数に係るパラメータを記憶する係数算出手段たるパラメータ用 R O M 33 と、このパラメータ用 R O M 33 からのパラメータと上記 0 次抽出部 15 からの  
25 0 次成分と上記制御部 25 からのゲインと上記標準値付与部 31 からの温度情報とに基づいて 0 次成分以外の高周波成分のノイズ量を推定するための所定の式に係る係数を算出する係数算出手段たる係数算出部 32 と、この係数算出部 32 により算出された係

数を用いて後述するように定式化される関数を用いノイズ量を算出してノイズ低減部 2 1 へ転送するノイズ算出手段たるノイズ算出部 3 4 と、を有して構成されている。

5      なお、これら標準値付与部 3 1，係数算出部 3 2，ノイズ算出部 3 4 は、制御部 2 5 と双方向に接続されて制御されるようになっている。また、制御部 2 5 は、測光評価部 7 や信号処理部 1 0 などから信号に対するゲインを求めて、係数算出部 3 2 へ転送するようにになっている。

10      ここで、図 3 A、図 3 B を参照して、D C T 変換を行って周波数空間に変換したときの次数成分について説明する。図 3 A は実空間における 8 × 8 画素のブロックを、図 3 B は周波数空間における 8 × 8 画素のブロックを、それぞれ示している。

15      図 3 A に示すような実空間における画素ブロックの信号を D C T 変換すると、図 3 B に示すような周波数空間における画素ブロックの成分が得られる。この図 3 B の周波数空間においては、左上を原点、すなわち 0 次成分としており、1 次以上の高周波成分は、この原点を中心とする同心円上に配置されることになる。従って、上記 0 次抽出部 1 5 は、この図 3 B に示す周波数空間において、左上に位置する画素を 0 次成分として抽出する処理を行う  
20      。

次に、図 4 A、図 4 B を参照して、ノイズ量の定式化について説明する。図 4 A は、0 次成分 L に対するノイズ量 N をプロットしたものであり、その関数は、以下の数式 2 に示すように定式化される。

25      【数 2】

$$N = A L^B + C$$

ここに、A，B，C は定数項であり、0 次成分 L のべき乗をなす関数に定数項が付加されたものとなっている。

しかしながら、ノイズ量  $N$  は信号値レベルの 0 次成分  $L$  のみに依存するのではなく、それ以外にも、撮像素子である CCD 4 の温度や信号のゲインによっても変化する。従って、これらの要因も考慮に入れたものが、図 4 B に示す例となっている。

すなわち、上記数式 2 では定数項であった  $A$ 、 $B$ 、 $C$  の代わりに、数式 3 に示すように、温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$ 、 $b(T, G)$ 、 $c(T, G)$  を導入する。

【数 3】

$$10 \quad N = a(T, G) L^{b(T, G)} + c(T, G)$$

この数式 3 により示される曲線を、複数の温度  $T$ （図示の例では温度  $T_1 \sim T_3$ ）における複数のゲイン  $G$ （図示の例では 1, 2, 4 倍）の場合にプロットしたのが図 4 B である。

図 4 B は、独立変数を 0 次成分 L、従属変数をノイズ量 N として表したものであるが、パラメータである温度 T をこれらの変数に直交する方向に座標軸としてプロットしている。従って、 $T = T_1$  で表される平面内、 $T = T_2$  で表される平面内、 $T = T_3$  で表される平面内、のそれぞれで、0 次成分 L によるノイズ量 N を読み取ることになる。このとき、さらに、パラメータであるゲイン G による曲線形状の変化を、各平面内で複数本の曲線を描くことにより表している。

各パラメータで示される個々の曲線は、図 4 A に示したような  
数式 2 による曲線とほぼ類似した形態をなしているが、当然にし  
て、各関数  $a$  ,  $b$  ,  $c$  から得られる係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  は、温度  $T$  や  
ゲイン  $G$  の各値に応じて異なっている。

図 5 A は上記関数  $a(T, G)$  の、図 5 B は上記関数  $b(T, G)$  の、図 5 C は上記関数  $c(T, G)$  の特性の概略の様子をそれぞれ示したものである。

これらの各関数は、温度  $T$  とゲイン  $G$  とを独立変数とする 2 変数関数であるために、図 5 A ～ 図 5 C は 3 次元座標としてプロットされており、このプロットされた空間における曲面となっている。ただし、ここでは具体的な曲面形状を図示する代わりに、曲

5 線を用いて大まかな特性変化の様子を示している。

このような関数  $a$  ,  $b$  ,  $c$  に温度  $T$  とゲイン  $G$  とをパラメータとして入力することにより、各定数項  $A$  ,  $B$  ,  $C$  が出力される。そして、これらの関数の具体的な形状は、事前に、CCD 4 を含む撮像素子系の特性を測定することにより、容易に取得することが

10 ができる。

係数算出部 3 2 は、制御部 2 5 からのゲイン  $G$  と標準値付与部 3 1 からの温度  $T$  とを入力パラメータとして、パラメータ用 ROM 3 3 に記録される 3 つの関数  $a$  ,  $b$  ,  $c$  から定数項  $A$  ,  $B$  ,  $C$  を求め、ノイズ算出部 3 4 へ転送する。

15 ノイズ算出部 3 4 は、この係数算出部 3 2 からの 0 次成分  $L$  と定数項  $A$  ,  $B$  ,  $C$  とを用いて、上記数式 2 に基づきノイズ量  $N$  を算出し、算出したノイズ量  $N$  をノイズ低減部 2 1 へ転送する。

なお、上述では撮像素子である CCD 4 の温度を標準値付与部 3 1 から固定的に与えていたが、これに限定されるものではない

20 。例えば、温度センサなどを CCD 4 の近傍に配置して、リアルタイムで温度情報を取得し取得手段たる制御部 2 5 へ転送するように構成することも可能である。これとは逆に、ゲイン  $G$  を動的に得ることができない場合には、標準値付与部 3 1 から所定の値を付与するようにしても構わない。

25 また、上述ではノイズ量に対する定式化において、数式 2 に示したようなべき乗の関数を用いたが、このような関数形状のものに限定されるものでもない。例えば、 $N = A L^2 + B L + C$  といった 2 次式を用いて定式化することも可能であるし、その他の多項式やスプライン関数などを使用するようにしても構わない。

次に、図 6 を参照して、ノイズ低減部 21 の構成の一例について説明する。

このノイズ低減部 21 は、制御部 25 からの画質モード情報（圧縮率の情報を含む）に基づき情報が保存されない高周波成分の  
5 閾値  $n$  を推定する選択手段たる判断部 41 と、高周波抽出部 19 から転送された 0 次成分以外の周波数成分の平均値  $AV$  を算出する平均値算出手段たる平均値算出部 42 と、この平均値算出部 42 からの平均値  $AV$  と上記ノイズ推定部 20 からのノイズ量  $N$  とを用いて高周波成分に対する上限値  $T_{up}$  および下限値  $T_{low}$  を後  
10 述するように設定する許容範囲設定手段たる許容範囲設定部 43 と、上記高周波抽出部 19 から転送された 0 次成分以外の周波数成分の内の所定の周波数帯域に属する高周波成分を抽出する周波数分離手段たる分離部 44 と、上記判断部 41 からの閾値  $n$  と許容範囲設定部 43 からの上限値  $T_{up}$  および下限値  $T_{low}$  とに基づ  
15 き分離部 44 により抽出された周波数帯域の周波数成分をノイズ低減処理して上記高周波量子化部 22 へ転送する補正手段たる補正部 45 と、を有して構成されていて、これら判断部 41，平均値算出部 42，許容範囲設定部 43，分離部 44，補正部 45 は、制御部 25 と双方向に接続されて制御されるようになっている  
20 。

上記分離部 44 は、制御部 25 の制御に基づいて、上述したように、所定の周波数帯域に属する高周波成分を抽出し補正部 45 へ転送するが、DCT 変換の場合には、上記図 3 B に示したように、所定の周波数帯域に属する高周波成分が左上を原点とする同心円上に配置されるために、分離部 44 はこの配置に基づいて 1  
25 次以上の高周波成分を順次抽出する処理を行う。

許容範囲設定部 43 は、ノイズ推定部 20 からのノイズ量  $N$  と平均値算出部 42 からの平均値  $AV$  とに基づき、高周波成分に対する上限値  $T_{up}$  および下限値  $T_{low}$  を、次の数式 4 に基づいて設



定し、補正部 4 5 へ転送する。

【数 4】

$$T_{up} = AV + N / 2$$

5

$$T_{low} = AV - N / 2$$

判断部 4 1 は、外部 I / F 部 2 6 により設定される画質モードの情報を制御部 2 5 から取得して、この画質モードから対応する圧縮率を求める。そして、判断部 4 1 は、求めた圧縮率では、情報  
10 報が保存されない高周波成分、すなわちノイズ成分も保存されない高周波成分、の閾値  $n$  を推定して、この閾値  $n$  を補正部 4 5 へ転送する。

補正部 4 5 は、判断部 4 1 からの閾値  $n$  と、許容範囲設定部 4 3 からの上限値  $T_{up}$  および下限値  $T_{low}$  と、に基づいて、分離部  
15 4 4 からの各周波数成分に対しての処理を行う。まず、補正部 4 5 は、判断部 4 1 からの閾値  $n$  に基づき、 $n$  次成分以下の周波数成分のみをノイズ低減処理の対象として、この  $n$  次成分よりも次数の大きい周波数成分については処理を行うことなくそのまま高周波量子化部 2 2 へ出力する。一方、補正部 4 5 は、周波数成分  
20 が  $n$  次成分以下の周波数成分である場合には、各周波数成分の要素  $S$  に対して、上限値  $T_{up}$  と下限値  $T_{low}$  とに基づき次の数式 5 に示すような 3 通りの処理の何れかを選択して、要素  $S$  を補正する。

25 【数 5】

$$S = S - N / 2 \quad (T_{up} < S \text{ のとき})$$

$$S = AV \quad (T_{low} \leq S \leq T_{up} \text{ のとき})$$

$$S = S + N / 2 \quad (S < T_{low} \text{ のとき})$$

補正部 4 5 は、数式 5 による補正処理がなされた各周波数成分の要素を、高周波量子化部 2 2 へ順次出力する。

なお、上述ではハードウェア的に処理を行う構成としているが、これに限るものではなく、ソフトウェア的に処理するようにしても構わない。例えば、C C D 4 からの信号を未処理のままの R a w データとし、制御部 2 5 からのゲインや撮影時の温度などをこの R a w データのヘッダ情報として付加して、このヘッダ情報が付加された R a w データを別途のソフトウェアによりコンピュータで処理するようにすることが考えられる。

図 7 A、図 7 B を参照して、ノイズ低減および圧縮のソフトウェア処理について説明する。図 7 A と図 7 B は、このソフトウェア処理を分割してそれぞれ示したものである。

この処理を開始すると、R a w データとして得られる映像信号と、温度やゲインなどのヘッダ情報と、をコンピュータに読み込む（ステップ S 1）。なお、このヘッダ情報は、後述するステップ S 1 3 およびステップ S 1 5 の処理において使用されるようになっている。

次に、読み込んだ R a w データについて、ホワイトバランス処理，補間処理，強調処理などの一般的な信号処理を行い（ステップ S 2）、処理後の信号から所定のサイズのブロック領域、例えば 8 × 8 画素単位のブロック領域を抽出する（ステップ S 3）。

そして、ブロック内の各画素の映像信号（R G B 信号など）を、輝度信号 Y と色差信号 C b，C r とに変換する（ステップ S 4）。

次に、輝度信号 Y を D C T 変換により周波数空間の信号に変換し（ステップ S 5）、その後は、図 7 B に示すようなステップ S 1 1 の処理およびステップ S 1 2 の処理へ移行する。この図 7 B の処理については後で説明する。

この図 7 B に示すステップ S 2 1 までの処理が行われたところ

で、再び図 7 A に示す処理に移行し、圧縮処理およびノイズ低減処理がなされた輝度信号 Y を出力する（ステップ S 6）。

一方、上記ステップ S 4 において分離された色差信号 C b , C r は、所定の割合でダウンサンプリングされ（ステップ S 7）、  
5 D C T 変換により周波数空間の信号に変換される（ステップ S 8）。その後は、ステップ S 1 1 の処理およびステップ S 1 2 の処理（図 7 B 参照）へ移行する。

この図 7 B に示すステップ S 2 1 までの処理が行われたところで、再び図 7 A に示す処理に移行し、圧縮処理およびノイズ低減  
10 処理がなされた色差信号 C b , C r を出力する（ステップ S 9）。

上記ステップ S 6 の処理およびステップ S 9 の処理が終了したら、全ブロックについての処理が完了したか否かを判断し（ステップ S 1 0）、完了していない場合は上記ステップ S 3 へ戻って  
15 次のブロックについて上述したような動作を繰り返して行う。また、このステップ S 1 0 において全てのブロックについての処理が完了したと判断される場合は、この処理を終了する。

次に、図 7 B に示す圧縮およびノイズ低減処理について説明する。この処理は、輝度信号 Y と色差信号 C b , C r とに対して共  
20 通に行われる処理となっている。

ステップ S 5 またはステップ S 8 の処理によって周波数空間に変換された成分の内の、0 次成分を抽出するとともに（ステップ S 1 1）、0 次成分以外の高周波成分を抽出する（ステップ S 1 2）。

25 次に、上記ステップ S 1 において読み込んだヘッダ情報に基づいて、ノイズ低減処理を行うか否かを判断する（ステップ S 1 3）。

ここで、ノイズ低減処理を行うと判断された場合には、高周波成分の平均値を算出する（ステップ S 1 4）。

そして、上記ステップ S 1 1 において抽出された 0 次成分と、上記ステップ S 1 において読み込んだヘッダ情報とを用いて、上記数式 2 に基づきノイズ量を算出する（ステップ S 1 5）。

その後、上記数式 4 に基づいて許容範囲を設定し（ステップ S 1 6）、数式 5 に基づいてノイズ低減処理を行う（ステップ S 1 7）。

このステップ S 1 7 の処理が終了した場合、または、上記ステップ S 1 3 においてノイズ低減処理を行わないと判断された場合には、全ての高周波成分についての処理が完了したか否かを判断する（ステップ S 1 8）。ここで、完了していない場合は上記ステップ S 1 2 へ戻って次の高周波成分について上述したような動作を行う。

また、全ての高周波成分についての処理が完了している場合には、高周波成分の量子化を行う（ステップ S 2 0）。

その一方で、上記ステップ S 1 1 において抽出した 0 次成分について、量子化を行う（ステップ S 1 9）。

ステップ S 1 9 およびステップ S 2 0 における量子化の処理が完了したら、量子化された 0 次成分および高周波成分を圧縮処理して（ステップ S 2 1）、上記図 7 A に示した処理に移行する。

なお、上述では原色型の単板 C C D を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、補色型の単板 C C D でも同様に適応可能であるし、さらには、二板 C C D や三板 C C D の場合にも同様に適用可能である。

このような第 1 の実施形態によれば、周波数空間を利用する圧縮処理とノイズ低減処理とを一体化することにより、高画質な画像を得ることができる低コストな撮像システムを構築することができる。

また、ノイズ量に関係する 0 次成分、撮影時の撮像素子の温度、ゲインなどの各種のパラメータを撮影毎に動的に求めて、これ

らのパラメータに基づきノイズ量を算出しているために、ノイズ量を高精度に推定することができる。このとき、ノイズ量を算出する際に関数を用いているために、必要となるメモリ量を少なくすることができ、低コスト化を図ることが可能となる。

5      加えて、推定されたノイズ量と周波数成分の平均値とに基づき上限値と下限値を設定してノイズ成分を補正しているために、ノイズ成分のみが除去され、それ以外の信号は原信号として保存される。これにより、ノイズのみが低減された高品位な画像を得ることができる。

10      そして、推定したノイズ量以下の信号のみをスムージング処理しているために、効果的にノイズを低減することが可能となる。

さらに、ノイズ量の算出に要する温度、ゲインなどのパラメータが得られない場合には、標準値を用いるようにしているために、常にノイズ低減処理を行うことが可能となる。加えて、一部の  
15      パラメータ算出を意図的に省略することにより、低コスト化および省電力化を図った撮像システムを構築することが可能となる。

周波数成分の信号を各周波数帯域に分離して、各周波数帯域毎にノイズ低減処理を行うかどうかを圧縮率に応じて選択し、圧縮処理で切り捨てられる高周波成分に対しては不要なノイズ低減処理を行うことなく、必要となる周波数帯域のみについてノイズ低減処理を行うようにしたために、処理を高速化することができる。  
20      。

図 8 から図 11 は本発明の第 2 の実施形態を示したものであり、図 8 は撮像システムの構成を示すブロック図、図 9 A、図 9 B  
25      、図 9 C はウェーブレット変換を説明するための図、図 10 はノイズ推定部の構成を示すブロック図、図 11 はノイズ低減部の構成を示すブロック図である。

この第 2 の実施形態において、上述の第 1 の実施形態と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として

異なる点についてのみ説明する。

本実施形態の撮像システムは、図 8 に示すように、上述した第 1 の実施形態の図 1 に示した構成とほぼ同様であるが、変換手段たるウェーブレット (Wavelet) 変換部 50 を追加して、  
5 輝度 DCT 部 14 とダウンサンプル部 17 と色差 DCT 部 18 とを削除した構成となっている。上記ウェーブレット変換部 50 は、Y/C 分離部 13 の出力を処理して、処理結果を 0 次抽出部 15 と高周波抽出部 19 とへ出力するものである。

このような撮像システムの作用は、基本的に上述した第 1 の実施形態と同様であるために、異なる部分についてのみ図 8 の信号の流れに沿って説明する。

Y/C 分離部 13 で得られた輝度信号 Y と色差信号  $C_b$ 、 $C_r$  は、ウェーブレット変換部 50 へ転送されて、該ウェーブレット変換部 50 において周波数空間へ変換される。

15 図 9 A、図 9 B、図 9 C は、このウェーブレット変換部 50 において行われるウェーブレット変換の様子を示している。

図 9 A は実空間における  $8 \times 8$  画素のブロックを示している。

図 9 B は、図 9 A に示すような  $8 \times 8$  画素のブロックを、1 回ウェーブレット変換した周波数空間における  $8 \times 8$  画素のブロックを示している。この図 9 B においては、左上を原点に取っているために、左上  $4 \times 4$  画素が 0 次成分 L を示し、その他が 1 次の高周波成分、すなわち、右上の  $4 \times 4$  画素が 1 次の水平成分  $H_h$  1、左下の  $4 \times 4$  画素が 1 次の垂直成分  $H_v$  1、右下の  $4 \times 4$  画素が 1 次の斜め成分  $H_s$  1、をそれぞれ示している。

25 図 9 C は、図 9 A に示すような  $8 \times 8$  画素のブロックを、2 回ウェーブレット変換した周波数空間における  $8 \times 8$  画素のブロックを示しており、図 9 B に示した 0 次成分 L をさらに 1 回ウェーブレット変換したものとなっている。この図 9 C に示す左上  $4 \times 4$  画素において、左上  $2 \times 2$  画素が 0 次成分 L を示し、その他が

2 次の高周波成分、すなわち、右上の  $2 \times 2$  画素が 2 次の水平成分  $H_h2$ 、左下の  $2 \times 2$  画素が 2 次の垂直成分  $H_v2$ 、右下の  $2 \times 2$  画素が 2 次の斜め成分  $H_s2$ 、をそれぞれ示している。本実施形態においては、この図 9 C に示すような、ウェーブレット変換を 2 回行った周波数空間を例に取って説明を行う。

このようにしてウェーブレット変換部 50 により周波数空間における信号に変換された信号は、0 次抽出部 15 により 0 次成分が抽出されるとともに、高周波抽出部 19 により高周波成分が抽出され、上述した第 1 の実施形態と同様に、圧縮処理とノイズ低減処理とが行われる。

図 10 を参照して、ノイズ推定部 20 の構成の一例について説明する。

本実施形態のノイズ推定部 20 は、CCD 4 の標準的な温度を後述するルックアップテーブル部 52 へ転送する付与手段たる標準値付与部 51 と、0 次抽出部 15 からの 0 次成分と標準値付与部 51 からの温度と制御部 25 からのゲインとに対するノイズ量の関係を記録したルックアップテーブルを保持し該ルックアップテーブルを参照して求めたノイズ量をノイズ低減部 21 へ出力するルックアップテーブル手段たるルックアップテーブル部 52 と、を有して構成されていて、これら標準値付与部 51、ルックアップテーブル部 52 は、制御部 25 と双方向に接続されて制御されるようになっている。

このような構成における作用は、次のようになっている。

0 次抽出部 15 は、制御部 25 の制御に基づいて 0 次成分を抽出し、ルックアップテーブル部 52 へ転送する。また、制御部 25 は、測光評価部 7 による測光評価結果や信号処理部 10 における設定値などに基づいて信号に対するゲインを求め、求めたゲインをルックアップテーブル部 52 へ転送する。さらに、標準値付与部 51 は、撮像素子の標準的な温度をルックアップテーブル部

5 2 へ転送する。

ルックアップテーブル部 5 2 は、0 次成分、温度、ゲインと、ノイズ量と、の間の関係を記録するルックアップテーブルを保持しており、このルックアップテーブルは第 1 の実施形態と同様の手段により構築されたものである。ルックアップテーブル部 5 2 は、0 次抽出部 1 5 からの 0 次成分と、標準値付与部 5 1 からの温度と、制御部 2 5 からのゲインと、を用いてルックアップテーブルを参照することによりノイズ量を求めて、求めたノイズ量をノイズ低減部 2 1 へ転送する。

10      なお、本実施形態の場合には、図 9 C に示したように、0 次成分が  $2 \times 2$  画素（つまり、4 画素）となるために、これらに対応してノイズ量は 4 つ算出されることになる。算出されたノイズ量を高周波成分に使用する場合には、次のように行う。まず、高周波成分が 2 次の高周波成分（2 次の水平成分  $H_h2$  , 2 次の垂直成分  $H_v2$  , 2 次の斜め成分  $H_s2$  ）である場合には、 $2 \times 2$  画素の構成となるために、位置的に対応する画素に対して 1 対 1 の関係で使用する。一方、高周波成分が 1 次の高周波成分（1 次の水平成分  $H_h1$  , 1 次の垂直成分  $H_v1$  , 1 次の斜め成分  $H_s1$  ）である場合には、 $4 \times 4$  画素の構成となるために、1 画素のノイズ量を縦方向および横方向にそれぞれ 2 倍拡大して、 $2 \times 2$  画素単位にして使用する。

次に図 1 1 を参照して、ノイズ低減部 2 1 の構成の一例について説明する。

25      本実施形態のノイズ低減部 2 1 は、高周波抽出部 1 9 により抽出された 0 次成分以外の高周波成分から水平ラインを抽出する周波数分離手段たる水平ライン抽出部 6 1 と、この水平ライン抽出部 6 1 により抽出された水平ラインに対してスムージングを行うスムージング手段たる第 1 スムージング部 6 2 と、この第 1 スムージング部 6 2 によるスムージング結果を一時的に保存するバッ



ファ 6 3 と、このバッファ 6 3 に蓄積された水平方向にスムージング後のデータを垂直方向に読み出す周波数分離手段たる垂直ライン抽出部 6 4 と、この垂直ライン抽出部 6 4 により読み出された垂直方向のラインのスムージングを行って高周波量子化部 2 2  
5 へ出力するスムージング手段たる第 2 スムージング部 6 5 と、上記ノイズ推定部 2 0 により推定されたノイズ値に基づいてスムージングを行う際の閾値を設定し上記第 1 スムージング部 6 2 および第 2 スムージング部 6 5 へ出力する閾値設定手段たる閾値設定部 6 6 と、上記制御部から取得した画質モードに基づき情報が保存されない高周波成分の閾値  $n$  を推定して上記第 1 スムージング部 6 2 および第 2 スムージング部 6 5 へ出力する選択手段たる判断部 6 7 と、を有して構成されている。

なお、上記水平ライン抽出部 6 1，垂直ライン抽出部 6 4，閾値設定部 6 6，判断部 6 7 は、上記制御部 2 5 と双方向に接続されて制御されるようになっている。

このような構成のノイズ低減部 2 1 の作用は、次のようになっている。

上記水平ライン抽出部 6 1 は、制御部 2 5 の制御に基づいて、高周波抽出部 1 9 から、水平ライン単位で順次 3 つの高周波成分  
20 水平  $H_{hi}$ ，垂直  $H_{vi}$ ，斜め  $H_{si}$  ( $i = 1, 2$ ) を個別に抽出し、第 1 スムージング部 6 2 へ転送する。

閾値設定部 6 6 は、制御部 2 5 の制御に基づいて、上記水平ライン抽出部 6 1 により抽出された水平ライン単位の高周波成分に対して、対応するノイズ量をノイズ推定部 2 0 から取得し、これを閾値として第 1 スムージング部 6 2 へ転送する。

判断部 6 7 は、外部 I/F 部 2 6 により設定される画質モードの情報を制御部 2 5 から取得して、この画質モードから対応する圧縮率を求める。そして、判断部 6 7 は、求めた圧縮率では情報が保存されない高周波成分、すなわちノイズ成分も保存されない

高周波成分、の閾値  $n$  を推定して、この閾値  $n$  を第 1 スムージング部 6 2 と第 2 スムージング部 6 5 とへ各転送する。

上記第 1 スムージング部 6 2 は、判断部 6 7 から取得した閾値  $n$  に基づいて、 $n$  次成分以下の周波数成分のみをノイズ低減処理  
5 の対象とし、この  $n$  次成分よりも次数の大きい周波数成分については処理を行うことなくそのままバッファ 6 3 へ出力する。一方、第 1 スムージング部 6 2 は、周波数成分が  $n$  次成分以下の周波数成分である場合には、水平ライン抽出部 6 1 からの高周波成分に対して画素単位で走査して行き、閾値設定部 6 6 から閾値を  
10 ノイズ量として、例えば公知のヒステリシススムージングを行う。この結果は、順次出力されてバッファ 6 3 に記憶される。

この第 1 スムージング部 6 2 のヒステリシススムージングの動作は、制御部 2 5 の制御により、ノイズ推定部 2 0 の動作および閾値設定部 6 6 の動作と同期して行われる。

15 高周波抽出部 1 9 から出力される全ての高周波成分が第 1 スムージング部 6 2 において処理されると、垂直ライン抽出部 6 4 が、制御部 2 5 の制御に基づいて、バッファ 6 3 から垂直ライン単位で 3 つの高周波成分水平  $H_{hi}$  , 垂直  $H_{vi}$  , 斜め  $H_{si}$  ( $i = 1, 2$ ) を個別に順次抽出し、第 2 スムージング部 6 5 へ転送  
20 する。

上記閾値設定部 6 6 は、制御部 2 5 の制御に基づいて、垂直ライン抽出部 6 4 が抽出した垂直ライン単位の高周波成分に対して、対応するノイズ量をノイズ推定部 2 0 から取得し、このノイズ量を閾値として第 2 スムージング部 6 5 へ転送する。

25 上記第 2 スムージング部 6 5 は、判断部 6 7 から取得した閾値  $n$  に基づいて、 $n$  次成分よりも次数の大きい周波数成分については処理を行うことなくそのまま高周波量子化部 2 2 へ出力する。一方、第 2 スムージング部 6 5 は、周波数成分が  $n$  次成分以下の周波数成分である場合には、垂直ライン抽出部 6 4 からの高周波

成分に対して画素単位で走査して行き、閾値設定部 6 6 からの閾値をノイズ量として、例えば公知のヒステリシススムージングを行う。この結果は、高周波量子化部 2 2 へ順次出力される。

この第 2 スムージング部 6 5 のヒステリシススムージングの動作は、制御部 2 5 の制御により、ノイズ推定部 2 0 の動作および閾値設定部 6 6 の動作と同期して行われる。

その後は、上述した第 1 の実施形態と同様に、圧縮部 2 3 による圧縮処理が行われ、圧縮された信号が出力部 2 4 によってメモリカード等に記録され保存される。なお、このときの圧縮処理は、例えば、公知の J P E G 2 0 0 0 圧縮処理に準拠してなされている。

なお、上述ではノイズ低減処理にヒステリシススムージングを使用したか、これに限定されるものではなく、例えば、第 1 の実施形態と同様に、数式 5 に示したような低減処理を適用することも可能である。

このような第 2 の実施形態によれば、周波数空間を利用する圧縮処理とノイズ低減処理とを一体化することにより、高画質な画像を得ることができる低コストな撮像システムを構築することができる。

また、ノイズ量に関係する 0 次成分、撮影時の撮像素子の温度、ゲインなどの各種のパラメータを撮影毎に動的に求めて、これらのパラメータに基づきノイズ量をテーブルを用いて算出しているために、ノイズ量を高精度かつ高速に推定することができる。

また、ノイズ量を閾値として設定し、この閾値以下の信号のみをスムージング処理しているために、ノイズ成分以外の信号は原信号として保存され、ノイズのみが低減された高品位な画像を得ることができる。

さらに、ノイズ量の算出に要する温度、ゲインなどのパラメータが得られない場合には、標準値を用いるようにしているために

、常にノイズ低減処理を行うことが可能となる。加えて、一部のパラメータ算出を意図的に省略することにより、低コスト化および省電力化を図った撮像システムを構築することが可能となる。

そして、圧縮率に応じて、必要となる周波数帯域のみについて  
5 ノイズ低減処理を行うようにしたために、処理を高速化することができる。

図 1 2、図 1 3 A、図 1 3 B は本発明の第 3 の実施形態を示したものであり、図 1 2 は再生システムの構成を示すブロック図、  
図 1 3 A、図 1 3 B は伸張およびノイズ低減のソフトウェア処理  
10 を示すフローチャートである。

この第 3 の実施形態は、再生システムに関するものであるが、  
ノイズ低減処理等に関しては上述した第 1、第 2 の実施形態と同  
様な構成要素がある。従って、同様である部分については同一の  
符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明  
15 する。

また、伸張処理に関しては、第 1 の実施形態において説明した  
ような R G B 信号に対する J P E G 圧縮処理がなされたものを伸  
張処理することを前提とし、かつ、ヘッダ部に撮影時の情報が書  
き込まれていることを前提として説明する。

20 この再生システムは、上記図 1 に示したのと同様の、0 次抽出  
部 1 5 と、高周波抽出部 1 9 と、ノイズ推定部 2 0 と、ノイズ低  
減部 2 1 と、出力部 2 4 と、制御部 2 5 と、外部 I / F 部 2 6 と  
、を有するとともに、さらに、メモリカードなどの記録媒体に保  
存されている圧縮信号を読み込む入力部 7 1 と、この入力部 7 1  
25 からの圧縮信号を伸張して上記 0 次抽出部 1 5 と高周波抽出部 1  
9 とへ出力する伸張手段たる伸張部 7 2 と、上記 0 次抽出部 1 5  
からの 0 次成分の輝度成分と上記ノイズ低減部 2 1 からのノイズ  
低減された高周波成分の輝度成分とを逆 D C T 変換する逆変換手  
段たる輝度逆 D C T 部 7 3 と、上記 0 次抽出部 1 5 からの 0 次成

分の色差成分と上記ノイズ低減部 21 からのノイズ低減された高周波成分の色差成分とを逆 DCT 変換する逆変換手段たる色差逆 DCT 部 74 と、この色差逆 DCT 部 74 からの色差成分をアップサンプリングするアップサンプル部 75 と、上記輝度逆 DCT 部 73 の輝度成分と上記アップサンプル部 75 からの色差成分とを合成して RGB 信号を生成して CRT モニタや液晶モニタなどの表示装置でなる上記出力部 24 に出力する Y/C 合成部 76 と、を有して構成されている。

なお、上記入力部 71，伸張部 72，0 次抽出部 15，高周波抽出部 19，ノイズ推定部 20，ノイズ低減部 21，Y/C 合成部 76，出力部 24，外部 I/F 部 26 は、マイクロコンピュータなどでなる制御部 25 と双方向に接続されて制御されるようになっている。

また、本実施形態の外部 I/F 部 26 は、電源スイッチや再生ボタンなどのインターフェースを備えたものとなっている。

次に、図 12 に示したような再生システムにおける信号の流れについて説明する。

外部 I/F 部 26 を介して再生ボタンを操作することにより、メモ리카ードなどの記録媒体に保存された圧縮信号が入力部 71 から読み込まれる。

この圧縮信号は、伸張部 72 へ転送されて公知のハフマン符号や算術符号などに基づき伸張処理が行われ、周波数空間の信号に変換される。

0 次抽出部 15 は、この周波数空間の信号から 0 次成分を抽出して、ノイズ推定部 20 へ転送する。

ノイズ推定部 20 は、画像のヘッダ情報として記録されている撮影時の情報を制御部 25 から受け取って、上述した第 1 の実施形態と同様に、0 次成分以外の周波数成分に対するノイズ量を算出し、ノイズ低減部 21 へ転送する。

一方、高周波抽出部 19 は、伸張部 72 により伸張された周波数空間の信号から 0 次成分以外の周波数成分を抽出してノイズ低減部 21 へ転送する。

ノイズ低減部 21 は、第 1 の実施形態と同様に、ノイズ推定部 20 からのノイズ量に基づき高周波抽出部 19 からの 0 次成分以外の周波数成分に対してノイズ低減処理を行う。

0 次抽出部 15 により抽出された 0 次成分とノイズ低減部 21 においてノイズ低減処理された高周波成分とは、輝度逆 DCT 部 73 または色差逆 DCT 部 74 へ転送されて実空間の信号に変換される。このときの輝度信号と色差信号との切り替えは、制御部 25 の制御に基づいて行われるようになっており、伸張部 72 から得られるブロック単位で処理される。

輝度逆 DCT 部 73 からの輝度信号はそのまま Y/C 合成部 76 へ転送される一方で、色差逆 DCT 部 74 からの色差信号は、アップサンプル部 75 において所定の割合でアップサンプリング処理された後に Y/C 合成部 76 へ転送される。

Y/C 合成部 76 は、制御部 25 の制御に基づいて、ブロック単位の輝度信号とブロック単位の色差信号とが揃った時点で、次の数式 6 に基づいて Y/C 合成処理を行い、RGB 信号を生成する。

#### 【数 6】

$$\begin{aligned} R &= Y + 1.40200Cr \\ G &= Y - 0.34414Cb - 0.71414Cr \\ B &= Y + 1.77200Cb - 0.41869Cr \end{aligned}$$

こうして Y/C 合成部 76 で生成された RGB 信号は、出力部 24 内のバッファへ順次転送される。

なお、上述ではハードウェア的に再生処理を行うように構成し

ていたが、これに限定されるものではなく、例えば、メモリカードなどの記録媒体に保存された圧縮信号と撮影時の温度、ゲインなどのヘッダ情報とをコンピュータに読み込んで、ソフトウェアによって別途処理することも可能である。

- 5 図 1 3 A、図 1 3 B を参照して、伸張およびノイズ低減のソフトウェア処理について説明する。図 1 3 A はこのソフトウェア処理の主たる流れを示しており、図 1 3 B は輝度信号と色差信号とで共通に行われる処理について示している。

- 10 処理が開始されると、図 1 3 A に示すように、まず、圧縮信号と、温度やゲインなどのヘッダ情報と、を読み込む（ステップ S 3 1）。なお、ここで読み込んだヘッダ情報は、後述するステップ S 4 1、S 4 3 の処理に転送される。

- 次に、ハフマン符号や算術符号などに基づく伸張処理をブロック単位で行い、周波数空間における輝度信号 Y と色差信号 C b、C r とを生成する（ステップ S 3 2）。ここで生成された輝度信号 Y は、後述するステップ S 3 9、S 4 0 の処理で使用され、後述するステップ S 4 6 までの処理が行われた後にステップ S 3 3 の処理に移行する。また、生成された色差信号 C b、C r についても同様に、後述するステップ S 3 9、S 4 0 の処理で使用され、後述するステップ S 4 6 までの処理が行われた後にステップ S 3 4 の処理に移行する。
- 15 20

- すなわち、輝度信号 Y が逆 D C T 変換されるとともに（ステップ S 3 3）、色差信号 C b、C r についても逆 D C T 変換される（ステップ S 3 4）。色差信号 C b、C r については、さらに、所定の割合でアップサンプリングされる（ステップ S 3 5）。
- 25

そして、ステップ S 3 3 で変換された輝度信号 Y と、ステップ S 3 4 でアップサンプリングされた色差信号 C b、C r とを合成して、R G B 信号を生成し（ステップ S 3 6）、合成された R G B 信号を出力する（ステップ S 3 7）。

その後、全ブロックについての処理が完了したか否かを判断し（ステップ S 3 8）、完了していない場合は上記ステップ S 3 2 へ戻って次のブロックについての処理を上述したように行い、一方、完了している場合には、この一連の処理を終了する。

5      次に、図 1 3 B に示すステップ S 3 9 ～ S 4 6 のノイズ低減処理について説明する。この処理は、上述したように、輝度信号 Y と色差信号 C b, C r とに対して共通に行われるものである。

輝度信号 Y または色差信号 C b, C r の 0 次成分を抽出するとともに（ステップ S 3 9）、輝度信号 Y または色差信号 C b, C r の 0 次成分以外の高周波成分を抽出する（ステップ S 4 0）。

そして、上記ステップ S 3 1 において読み込んだヘッダ情報に基づいて、ノイズ低減処理を行うか否かを判断する（ステップ S 4 1）。

ここでノイズ低減処理を行う場合には、高周波成分の平均値を算出する（ステップ S 4 2）。

上記ステップ S 3 9 において抽出された 0 次成分と、上記ステップ S 3 1 において読み込んだヘッダ情報とを用いて、上記数式 2 に基づきノイズ量を算出する（ステップ S 4 3）。

そして、上記数式 4 に基づいて許容範囲を設定し（ステップ S 4 4）、数式 5 に基づいてノイズ低減処理を行う（ステップ S 4 5）。

このステップ S 4 5 が終了するか、または上記ステップ S 4 1 においてノイズ低減処理を行わない場合には、全ての高周波成分について処理が完了したか否かを判断し（ステップ S 4 6）、完了していない場合は上記ステップ S 4 0 へ戻って他の高周波成分について上述したような処理を行い、一方、完了している場合には、上記ステップ S 3 3 またはステップ S 3 4 へ移行する。

なお、上述では独立した再生システムの例を記載しているが、これに限るものではなく、例えば、上述した第 1 または第 2 の実



施形態の撮像システムと組み合わせて、撮像再生システムとして構成するようにしても良い。この場合には、撮影時にノイズ低減処理を省略することで高速な連写撮影が可能となり、撮影後にノイズ低減処理を別途行うことで高画質な画像を得ることが可能となる。

このような第3の実施形態によれば、周波数空間を利用する伸張処理とノイズ低減処理とを一体化することにより、高画質な画像を得ることができる低コストな再生システムを構築することができる。

また、ノイズ量を算出する際に用いる0次成分を画像毎に取得するだけでなく、ノイズ量に関係する撮影時の撮像素子の温度、ゲインなどの各種のパラメータをヘッダ情報として画像毎に取得して、これらに基づきノイズ量を算出しているために、ノイズ量を高精度に推定することができる。

そして、推定したノイズ量以下の信号のみをスムージング処理しているために、効果的にノイズを低減することが可能となる。

さらに、ノイズ量の算出に要する温度、ゲインなどのパラメータが得られない場合には、標準値を用いるようにしているために、常にノイズ低減処理を行うことが可能となる。

図14、図15は本発明の第4の実施形態を示したものであり、図14は撮像システムの構成を示すブロック図、図15はノイズ低減処理に使用するパラメータ校正のソフトウェア処理を示すフローチャートである。

この第4の実施形態において、上述の第1から第3の実施形態と同様である部分については同一の符号を付して説明を省略し、主として異なる点についてのみ説明する。

この第4の実施形態の撮像システムは、ノイズ低減処理に使用するパラメータを校正することができるように構成したものである。

すなわち、本実施形態の撮像システムは、図 1 4 に示すように、上述した第 1 の実施形態の構成から、ブロック抽出部 1 2 と、0 次量子化部 1 6 と、ノイズ推定部 2 0 と、ノイズ低減部 2 1 と、高周波量子化部 2 2 と、圧縮部 2 3 と、を削除して、白から黒までの互いに異なる反射率を有する 3 種類以上のグレーチャートでなる校正用画像 8 0 と、第 2 バッファ 1 1 に記憶された映像信号からチャートを抽出して Y / C 分離部 1 3 へ出力するブロック抽出手段でありチャート分離手段たるチャート抽出部 8 1 と、高周波抽出部 1 9 から抽出された高周波成分の分散を算出する分散算出手段たる分散算出部 8 2 と、この分散算出部 8 2 により算出された分散を用いて 0 次抽出部 1 5 の出力をフィッティングして出力部 2 4 へ転送するフィッティング手段たるフィッティング部 8 3 と、を追加した構成となっている。

なお、追加された構成の内のフィッティング部 8 3 は、制御部 2 5 と双方向に接続されて制御されるようになっている。

次に、図 1 4 に示したような撮像システムにおける信号の流れについて説明する。

外部 I / F 部 2 6 を介して I S O 感度や画質モードなどの撮影条件を設定した後に、上記校正用画像 8 0 を撮像する。なお、撮影に際しては、校正用画像 8 0 が画面全体に写るように撮影距離を調整するとともに、校正用画像 8 0 の全体に照明光が均一に照射されるように調整する。このような校正用画像 8 0 を撮影して得られる映像信号は、上述した第 1 の実施形態と同様に処理された後に、第 2 バッファ 1 1 に記憶される。

次に、チャート抽出部 8 1 は、画面全体の画像信号における各グレーチャートを分離して、各グレーチャートよりも一回り小さい所定サイズのブロック領域をグレーチャート該当部分として抽出し、Y / C 分離部 1 3 へ順次転送する。このような各グレーチャート該当部分の分離作業は、校正用画像 8 0 が画面全体に写る

よう調整されていて、かつグレーチャートの配置状況が既知のものである場合には、自動的に行うことが可能である。

Y/C分離部13は、数式1に基づいてRGB信号を輝度信号Yと色差信号Cb, Crへ変換する。この後に、輝度信号Yは輝度DCT部14へ、色差信号Cb, Crはダウンサンプル部17を介して色差DCT部18へ、それぞれ転送される。

輝度DCT部14と色差DCT部18とは、上述したように、公知のDCT (Discrete Cosine Transform) 変換によって、実空間の信号を周波数空間の信号へ変換する。

10 周波数空間へ変換された信号は、制御部25の制御に基づいて、輝度信号Y、色差信号Cb、色差信号Crの順に、0次抽出部15において0次成分が抽出されるとともに高周波抽出部19において高周波成分が抽出される。0次抽出部15で抽出された0次成分はフィッティング部83へ、高周波抽出部19で抽出された高周波成分は分散算出部82へ、それぞれ転送される。

15 分散算出部82は、ノイズ量に相当する値として高周波成分の分散値を算出し、算出した分散値をフィッティング部83へ転送する。このような処理が、全てのグレーチャートに対して行われる。

20 フィッティング部83は、制御部25の制御に基づいて、0次抽出部15で抽出された0次成分Lと、分散算出部82で算出された分散値Nと、の各情報が全てのグレーチャートに関して集まった段階で、ノイズ量に対する定式化を行う。ここでは、ノイズ量の定式として、例えば $N = A L^B + C$  (A, B, Cは定数項) を用いている。この定式化は、各グレーチャートの0次成分Lと分散値Nとをプロットして、公知の最小自乗法により定数項A, B, Cを求めることにより行われる。これらの定数項は、輝度信号Yと、色差信号Cbと、色差信号Crと、の3種類のデータに関してそれぞれ個別に算出される。

こうして算出された定数項 A, B, C は、係数保存手段たる出力部 24 に転送されて記録され保存される。このような処理を、外部 I/F 部 26 を介して設定される ISO 感度と画質モードとの全ての組み合わせについて行うことにより、ノイズ低減処理に  
5 使用するパラメータを校正することができる。

なお、上述ではハードウェア的に校正処理を行うように構成していたが、これに限定されるものではなく、例えば、CCD 4 からの映像信号を未処理のままの Raw データとして出力するとともに、さらに制御部 25 からの撮影時の温度やゲインなどの情報をヘッダ情報として出力し、ソフトウェアによってコンピュータにより別途処理するようにすることも可能である。  
10

図 15 を参照して、ノイズ低減処理に使用するパラメータ校正のソフトウェア処理について説明する。

この処理が開始されると、まず、Raw データとして得られる校正用画像 80 の映像信号と、温度やゲインなどのヘッダ情報と、をコンピュータに読み込む（ステップ S51）。  
15

次に、ホワイトバランス処理，補間処理，強調処理などの一般的な信号処理を行い（ステップ S52）、その後各グレースケールチャート該当部分を個別に抽出する（ステップ S53）。

そして、チャート内の各画素の映像信号を、輝度信号 Y と色差信号 Cb, Cr とに変換する（ステップ S54）。  
20

これらの内の輝度信号 Y を DCT 変換により周波数空間の信号に変換して（ステップ S55）、0 次成分を抽出するとともに（ステップ S56）、0 次成分以外の高周波成分を抽出する（ステップ S57）。これらの内の高周波成分については、分散値を算出する（ステップ S58）。  
25

その後、上記ステップ S56 において抽出した 0 次成分と、上記ステップ S58 において算出した分散値とを出力する（ステップ S59）。

一方、上記ステップ S 5 4 において分離された内の色差信号 C b, C r は、所定の割合でダウンサンプリングし（ステップ S 6 0）、D C T 変換を行って周波数空間の信号へ変換する（ステップ S 6 1）。

- 5      そして、0 次成分を抽出するとともに（ステップ S 6 2）、0 次成分以外の高周波成分を抽出し（ステップ S 6 3）、これらの内の高周波成分については、分散値を算出する（ステップ S 6 4）。

- 10      次に、上記ステップ S 6 2 において抽出した 0 次成分と、上記ステップ S 6 4 において算出した分散値とを出力する（ステップ S 6 5）。

- 15      その後、全てのグレーチャート該当部分について処理が完了したか否かを判断して（ステップ S 6 6）、完了していない場合には上記ステップ S 5 3 へ戻って他のグレーチャート該当部分について上述したような処理を行う。

また、全てのグレーチャートについて処理が完了している場合には、最小自乗法に基づくフィッティングを行って、ノイズ低減処理に要するパラメータを輝度信号 Y、色差信号 C b、色差信号 C r のそれぞれについて算出する（ステップ S 6 7）。

- 20      そして、このステップ S 6 7 により算出されたノイズ低減処理に要するパラメータを出力して（ステップ S 6 8）、この一連の処理を終了する。

- 25      なお、上述ではノイズ量に対する定式化において、数式 2 に示したようなべき乗の関数を用いたが、このような関数形状のものに限定されるものでもない。例えば、 $N = A L^2 + B L + C$  といった 2 次式を用いて定式化することも可能であるし、その他の多項式やスプライン関数などを使用するようにしても構わない。

このような第 4 の実施形態によれば、標準のグレースケール画像でなる校正用画像を撮影するだけで、ノイズ低減処理に要する

パラメータを容易に算出することができるために、パラメータが算出されていないシステムの場合、システムに経時変化が生じている場合、システムの構成が変更されている場合、などに柔軟に対応して、高精度にノイズ量を推定することが可能となる。例えば、本実施形態の構成を上述した第3の実施形態の構成と組み合わせることにより、ノイズ低減処理に要するパラメータが算出されていないシステムに対しても、高精度なノイズ低減処理を行うことが可能となる。

また、ノイズ量推定を行うための関数に係る各パラメータを別途に保存可能としているために、撮像システムの外部においてもノイズ低減処理を行うことが可能となる。

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能であることは勿論である。

15

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように本発明によれば、高画質な画像を低コストかつ高速処理で得ることが可能となる。

また本発明によれば、多様なシステムに柔軟に対応して高画質な画像を得ることが可能となる。

20

#### 関連出願へのクロスリファレンス

本出願は、2002年10月3日に日本国に出願された特願2002-291562号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

25

## 請求の範囲

1. 撮像システムは以下を含む。

撮像素子の信号から所定サイズのブロック領域を抽出するブ  
5 ック抽出手段と、

このブロック抽出手段により抽出されたブロック領域の信号を  
周波数空間における信号に変換する変換手段と、

この変換手段により変換された周波数空間における信号の内の  
0 次成分に基づいて、0 次成分以外の周波数成分に関するノイズ  
10 量を推定するノイズ推定手段と、

このノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて、0  
次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減手  
段と、

上記 0 次成分とノイズを低減された 0 次成分以外の周波数成分  
15 とを圧縮処理する圧縮手段。

2. クレーム 1 の撮像システムにおいて、

上記ノイズ推定手段は、

20 上記撮像素子の温度  $T$  と上記信号に対するゲイン  $G$  とを取得す  
る取得手段と、

上記撮像素子の温度  $T$  と上記信号に対するゲイン  $G$  とに関する  
標準値を与える付与手段と、

上記取得手段または上記付与手段から与えられる温度  $T$  と、上  
25 記取得手段または上記付与手段から与えられるゲイン  $G$  と、をパ  
ラメータとする 3 つの関数  $a(T, G)$ ,  $b(T, G)$ ,  $c(T, G)$  に基づいて各係数  $A$ ,  $B$ ,  $C$  を求める係数算出手段と、

上記 0 次成分の値  $L$  と上記係数  $A$ ,  $B$ ,  $C$  とを用いて、ノイズ  
量  $N$  を、関数式  $N = A L^B + C$  または  $N = A L^2 + B L + C$  により

求めるノイズ算出手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする。

5 3. クレーム1の撮像システムにおいて、

上記ノイズ推定手段は、

上記撮像素子の温度 $T$ と上記信号に対するゲイン $G$ とを取得する取得手段と、

10 上記撮像素子の温度 $T$ と上記信号に対するゲイン $G$ とに関する標準値を与える付与手段と、

上記0次成分の値 $I$ と、上記取得手段または上記付与手段から与えられる温度 $T$ と、上記取得手段または上記付与手段から与えられるゲイン $G$ と、を入力として、ノイズ量 $N$ を求めるルックアップテーブル手段と、

15 有して構成されたものであることを特徴とする。

4. クレーム1の撮像システムにおいて、

上記ノイズ低減手段は、

20 上記0次成分以外の周波数成分の平均値を算出する平均値算出手段と、

この平均値算出手段により算出された平均値と上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量とに基づいて、上記0次成分以外の周波数成分に関する上限値および下限値を設定する許容範囲設定手段と、

25 この許容範囲設定手段により設定された上限値および下限値に基づいて、0次成分以外の周波数成分を補正する補正手段と、  
を有して構成されたものであることを特徴とする。



5. クレーム 4 の撮像システムにおいて、

上記ノイズ低減手段は、

上記 0 次成分以外の周波数成分を所定の周波数帯域毎に分離する周波数分離手段と、

この周波数分離手段により分離された周波数帯域に関してノイズ低減処理を行うか否かを選択する選択手段と、

をさらに有して構成されたものであることを特徴とする。

10

6. クレーム 1 の撮像システムにおいて、

上記ノイズ低減手段は、

上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて上記 0 次成分以外の周波数成分に関するノイズの振幅値を閾値として設定する閾値設定手段と、

上記 0 次成分以外の周波数成分に関して上記閾値設定手段により設定された閾値以下の振幅成分を低減するスムージング手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする。

20

7. クレーム 6 の撮像システムにおいて、

上記ノイズ低減手段は、

上記 0 次成分以外の周波数成分を所定の周波数帯域毎に分離する周波数分離手段と、

この周波数分離手段により分離された周波数帯域に関してノイズ低減処理を行うか否かを選択する選択手段と、

をさらに有して構成されたものであることを特徴とする。

8. クレーム 1 の撮像システムにおいて、

上記ブロック抽出手段は、互いに反射率の異なる 3 種類以上の  
5 グレーチャートを含む校正用画像を上記撮像素子により撮像して  
得られる信号から各グレーチャートに該当する部分を分離するチャ  
ート分離手段を有してなり、

上記変換手段は、このチャート分離手段により分離された各グ  
レーチャート該当部分を周波数空間における信号に変換するもの  
10 であって、

上記各グレーチャート該当部分の 0 次成分以外の周波数成分の  
分散  $N$  を求める分散算出手段と、

上記 0 次成分の値  $L$  と上記分散  $N$  とを用いて関数式  $N = A L^B$   
+  $C$  または  $N = A L^2 + B L + C$  に基づき係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  を算出  
15 するフィッティング手段と、

をさらに具備したことを特徴とする。

9. クレーム 8 の撮像システムにおいて、

20 上記フィッティング手段により算出された係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  を保  
存する係数保存手段をさらに具備したことを特徴とする。

10. 周波数空間における信号に変換された後に圧縮された信号  
25 を処理する再生システムは、以下を含む。

上記信号を周波数空間における信号として伸張する伸張手段と

、

この伸張手段により伸張された周波数空間における信号の内の  
0 次成分に基づいて、0 次成分以外の周波数成分に関するノイズ

量を推定するノイズ推定手段と、

このノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて、0次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減手段と、

- 5      上記0次成分とノイズを低減された0次成分以外の周波数成分とを実空間における信号に変換する逆変換手段。

11. クレーム10の撮像システムにおいて、

- 10      上記ノイズ推定手段は、

撮像素子の温度Tと上記信号に対するゲインGとを取得する取得手段と、

撮像素子の温度Tと上記信号に対するゲインGとに関する標準値を与える付与手段と、

- 15      上記取得手段または上記付与手段から与えられる温度Tと、上記取得手段または上記付与手段から与えられるゲインGと、をパラメータとする3つの関数 $a(T, G)$ 、 $b(T, G)$ 、 $c(T, G)$ に基づいて各係数A、B、Cを求める係数算出手段と、

- 20      上記0次成分の値Lと上記係数A、B、Cとを用いて、ノイズ量Nを、関数式 $N = A L^B + C$ または $N = A L^2 + B L + C$ により求めるノイズ算出手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする。

- 25      12. クレーム10の撮像システムにおいて、

上記ノイズ推定手段は、

撮像素子の温度Tと上記信号に対するゲインGとを取得する取得手段と、

撮像素子の温度Tと上記信号に対するゲインGとに関する標準

値を与える付与手段と、

上記 0 次成分の値  $\lambda$  と、上記取得手段または上記付与手段から与えられる温度  $T$  と、上記取得手段または上記付与手段から与えられるゲイン  $G$  と、を入力として、ノイズ量  $N$  を求めるルックアップ

5    プテーブル手段と、

を有して構成されたものであることを特徴とする。

13. クレーム 10 の撮像システムにおいて、

10    上記ノイズ低減手段は、

上記 0 次成分以外の周波数成分の平均値を算出する平均値算出手段と、

この平均値算出手段により算出された平均値と上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量とに基づいて、上記 0 次成分以外の  
15    周波数成分に関する上限値および下限値を設定する許容範囲設定手段と、

この許容範囲設定手段により設定された上限値および下限値に基づいて、0 次成分以外の周波数成分を補正する補正手段と、  
を有して構成されたものであることを特徴とする。

20

14. クレーム 13 の撮像システムにおいて、

上記ノイズ低減手段は、

上記 0 次成分以外の周波数成分を所定の周波数帯域毎に分離する  
25    周波数分離手段と、

この周波数分離手段により分離された周波数帯域に関してノイズ低減処理を行うか否かを選択する選択手段と、

をさらに有して構成されたものであることを特徴とする。

- 15 . クレーム 10 の撮像システムにおいて、  
上記ノイズ低減手段は、  
上記ノイズ推定手段により推定されたノイズ量に基づいて上記  
5 0 次成分以外の周波数成分に関するノイズの振幅値を閾値として  
設定する閾値設定手段と、  
上記 0 次成分以外の周波数成分に関して上記閾値設定手段によ  
り設定された閾値以下の振幅成分を低減するスムージング手段と  
、  
10 を有して構成されたものであることを特徴とする。

- 16 . クレーム 15 の撮像システムにおいて、  
上記ノイズ低減手段は、  
15 上記 0 次成分以外の周波数成分を所定の周波数帯域毎に分離す  
る周波数分離手段と、  
この周波数分離手段により分離された周波数帯域に関してノイ  
ズ低減処理を行うか否かを選択する選択手段と、  
をさらに有して構成されたものであることを特徴とする。

20

- 17 . 撮像プログラムは、コンピュータに実行させる以下の手順  
を有する。  
撮像素子の信号から所定サイズのブロック領域を抽出するブロ  
25 ック抽出手順と、  
このブロック抽出手順により抽出されたブロック領域の信号を  
周波数空間における信号に変換する変換手順と、  
この変換手順により変換された周波数空間における信号の内の  
0 次成分に基づいて、0 次成分以外の周波数成分に関するノイズ

量を推定するノイズ推定手順と、

このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて、0次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減手順と、

- 5      上記0次成分とノイズを低減された0次成分以外の周波数成分とを圧縮処理する圧縮手順。

18. クレーム17の撮像プログラムにおいて、

- 10      上記ノイズ低減手順は、

上記0次成分以外の周波数成分の平均値を算出する平均値算出手順と、

- 15      この平均値算出手順により算出された平均値と上記ノイズ推定手順により推定されたノイズ量とに基づいて、上記0次成分以外の周波数成分に関する上限値および下限値を設定する許容範囲設定手順と、

この許容範囲設定手順により設定された上限値および下限値に基づいて、0次成分以外の周波数成分を補正する補正手順と、  
を有する。

20

19. クレーム17の撮像プログラムにおいて、

- 25      上記ブロック抽出手順は、互いに反射率の異なる3種類以上のグレーチャートを含む校正用画像を撮像素子により撮像して得られる信号から各グレーチャートに該当する部分を分離するチャート分離手順を有してなり、

上記変換手順は、このチャート分離手順により分離された各グレーチャート該当部分を周波数空間における信号に変換するものであって、

上記各グレースチャート該当部分の 0 次成分以外の周波数成分の分散  $N$  を求める分散算出手順と、

- 上記 0 次成分の値  $L$  と上記分散  $N$  とを用いて関数式  $N = A L^B + C$  または  $N = A L^2 + B L + C$  に基づき係数  $A$  ,  $B$  ,  $C$  を算出するフィッティング手順と、
- 5       をさらに有する。

- 20 . 再生プログラムは、コンピュータに実行させる以下の手順を有する。

周波数空間における信号に変換された後に圧縮された信号を、周波数空間における信号として伸張する伸張手順と、

- この伸張手順により伸張された周波数空間における信号の内の 0 次成分に基づいて、0 次成分以外の周波数成分に関するノイズ量を推定するノイズ推定手順と、
- 15

このノイズ推定手順により推定されたノイズ量に基づいて、0 次成分以外の周波数成分に関するノイズを低減するノイズ低減手順と、

- 上記 0 次成分とノイズを低減された 0 次成分以外の周波数成分とを実空間における信号に変換する逆変換手順。
- 20

21 . クレーム 20 の再生プログラムにおいて、

上記ノイズ低減手順は、

- 上記 0 次成分以外の周波数成分の平均値を算出する平均値算出手順と、
- 25

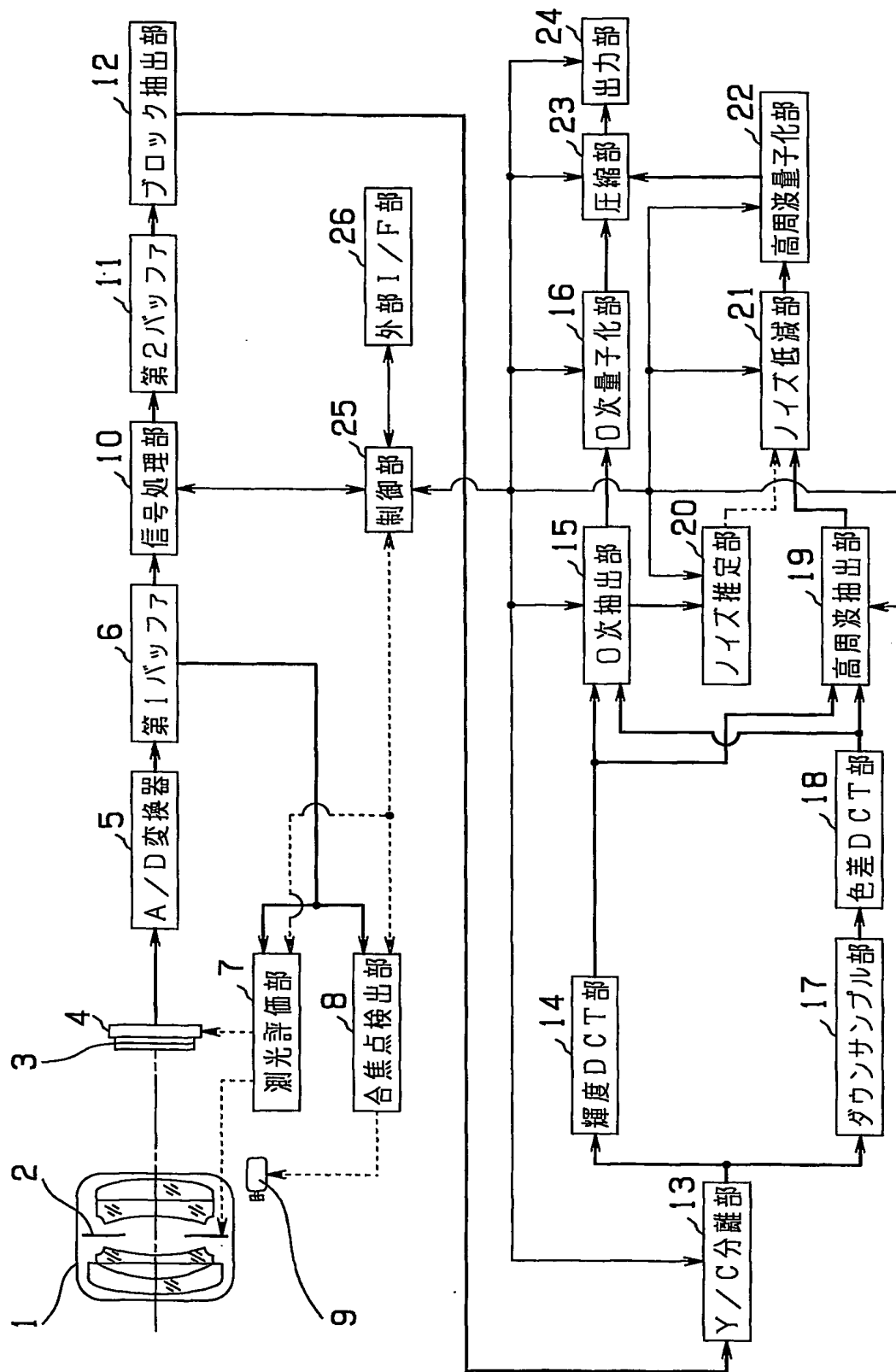
この平均値算出手順により算出された平均値と上記ノイズ推定手順により推定されたノイズ量とに基づいて、上記 0 次成分以外の周波数成分に関する上限値および下限値を設定する許容範囲設

定手順と、

この許容範囲設定手順により設定された上限値および下限値に基づいて、0次成分以外の周波数成分を補正する補正手順と、  
を有する。



FIG. 1



2/16

FIG. 2

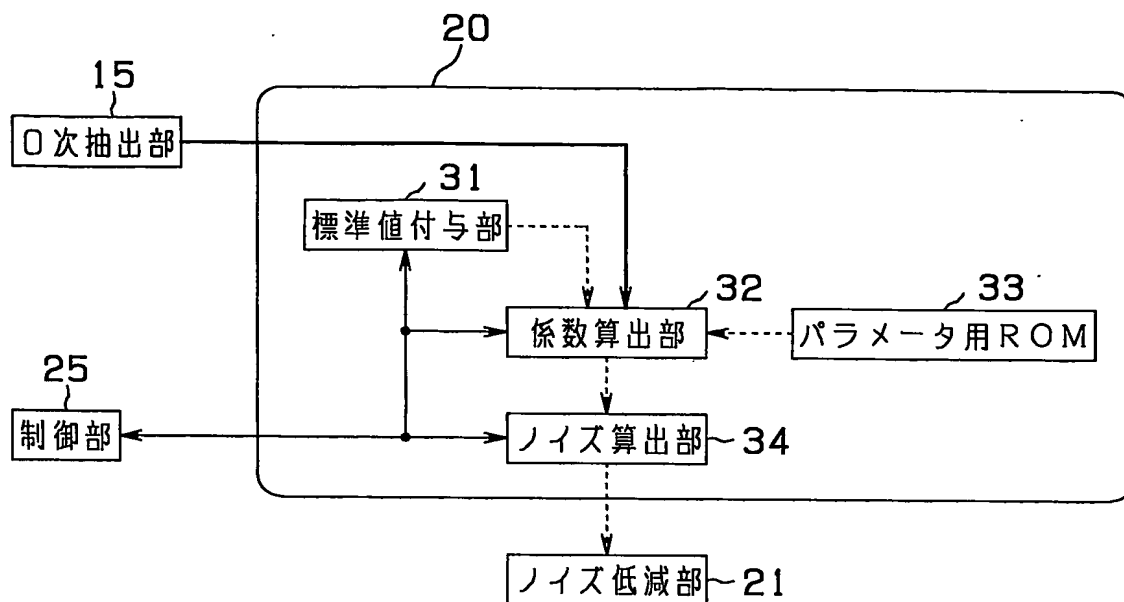


FIG. 3A

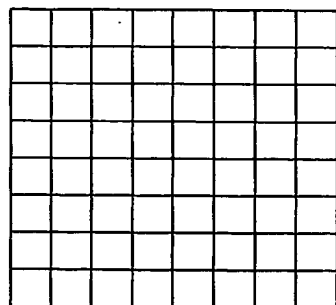


FIG. 3B

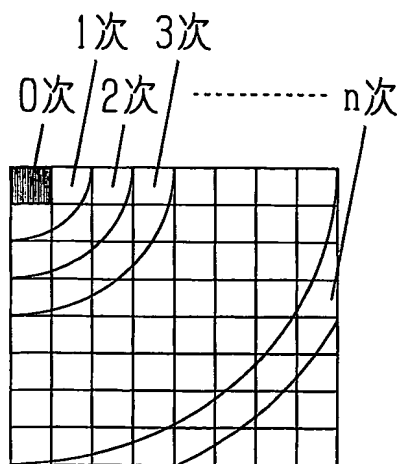


FIG. 4A

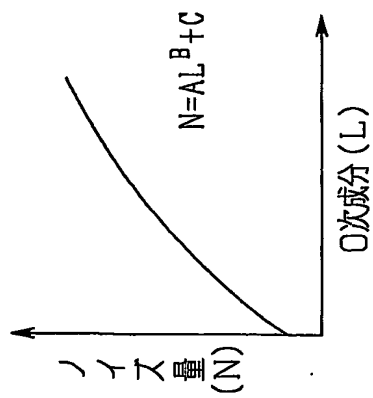
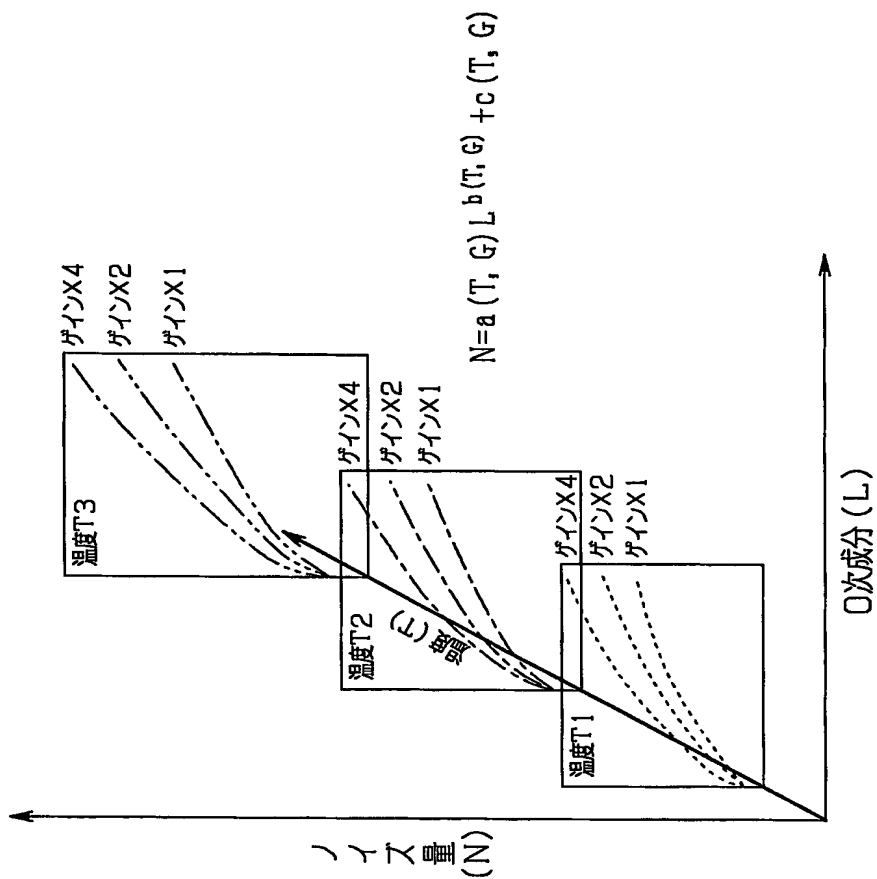


FIG. 4B



4 / 16

FIG. 5A

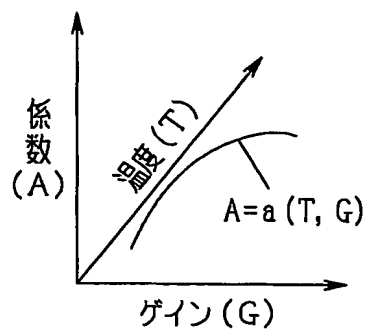


FIG. 5B

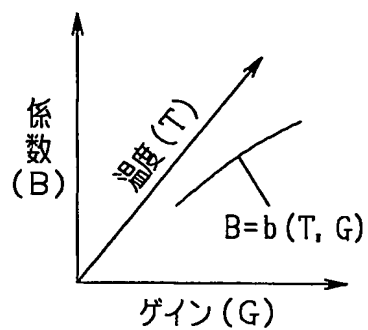


FIG. 5C

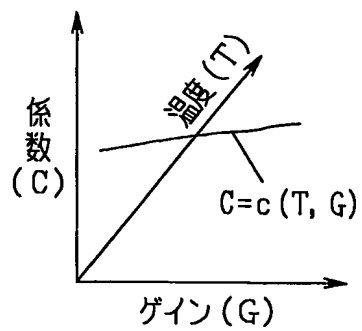
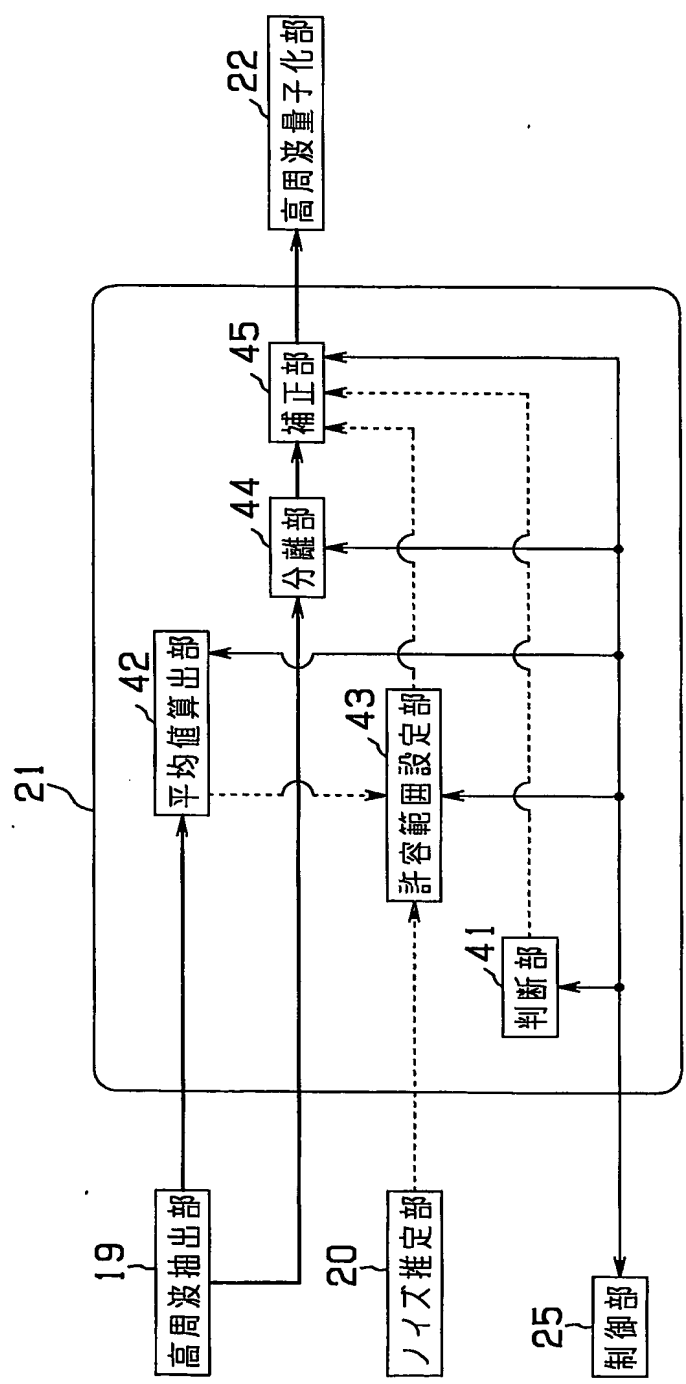
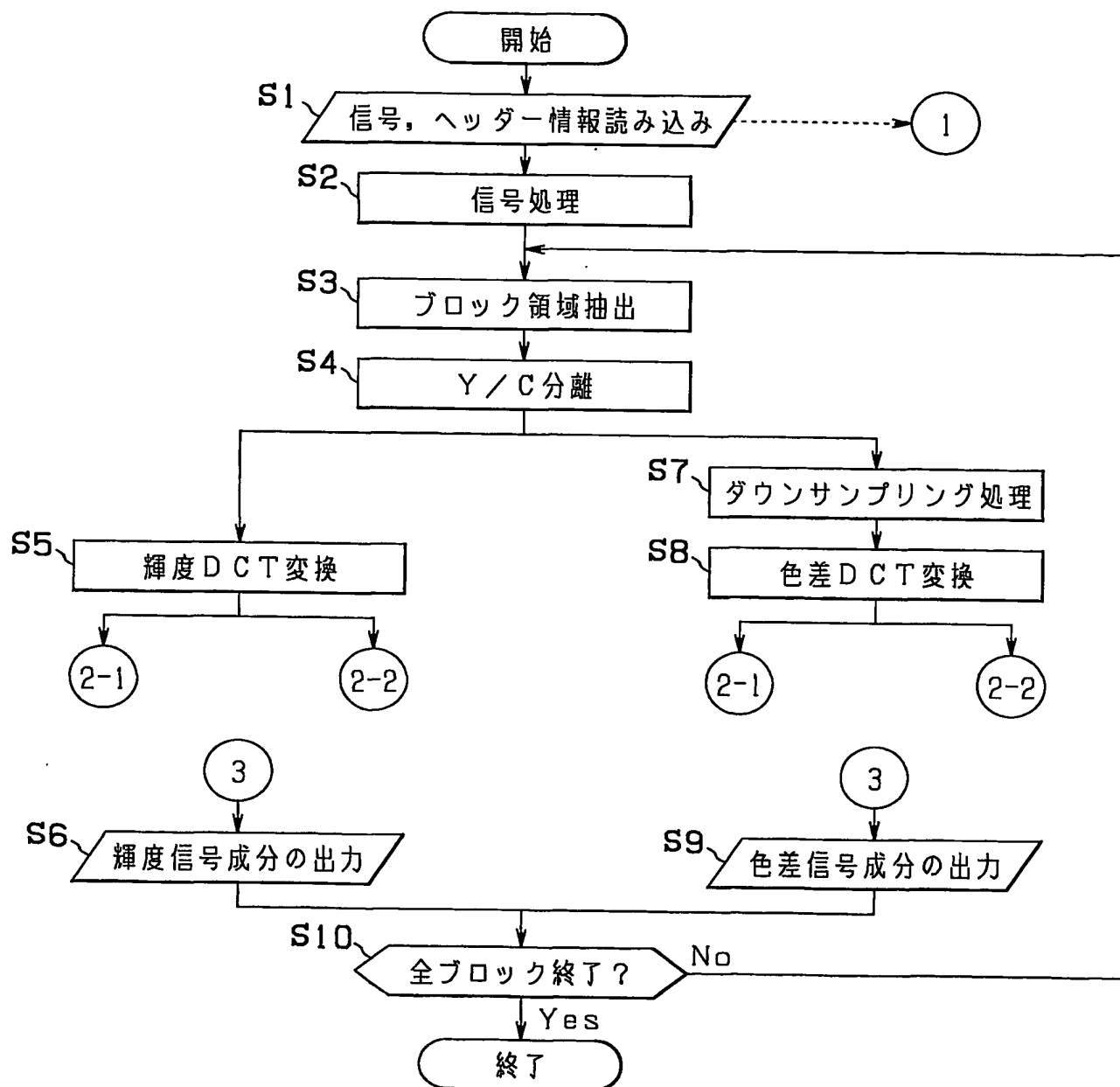


FIG. 6



6 / 16

FIG. 7A



7/16

FIG. 7B

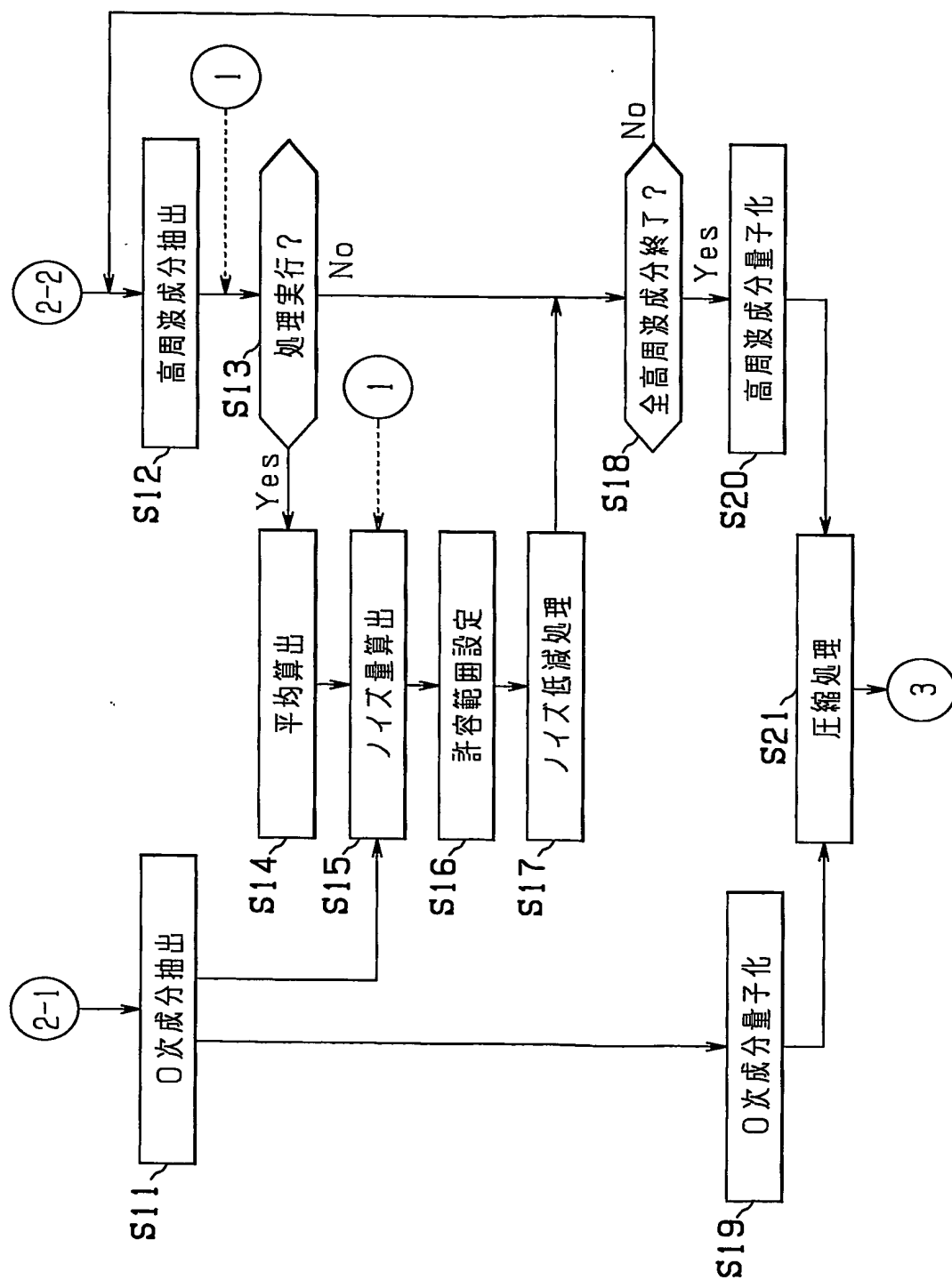
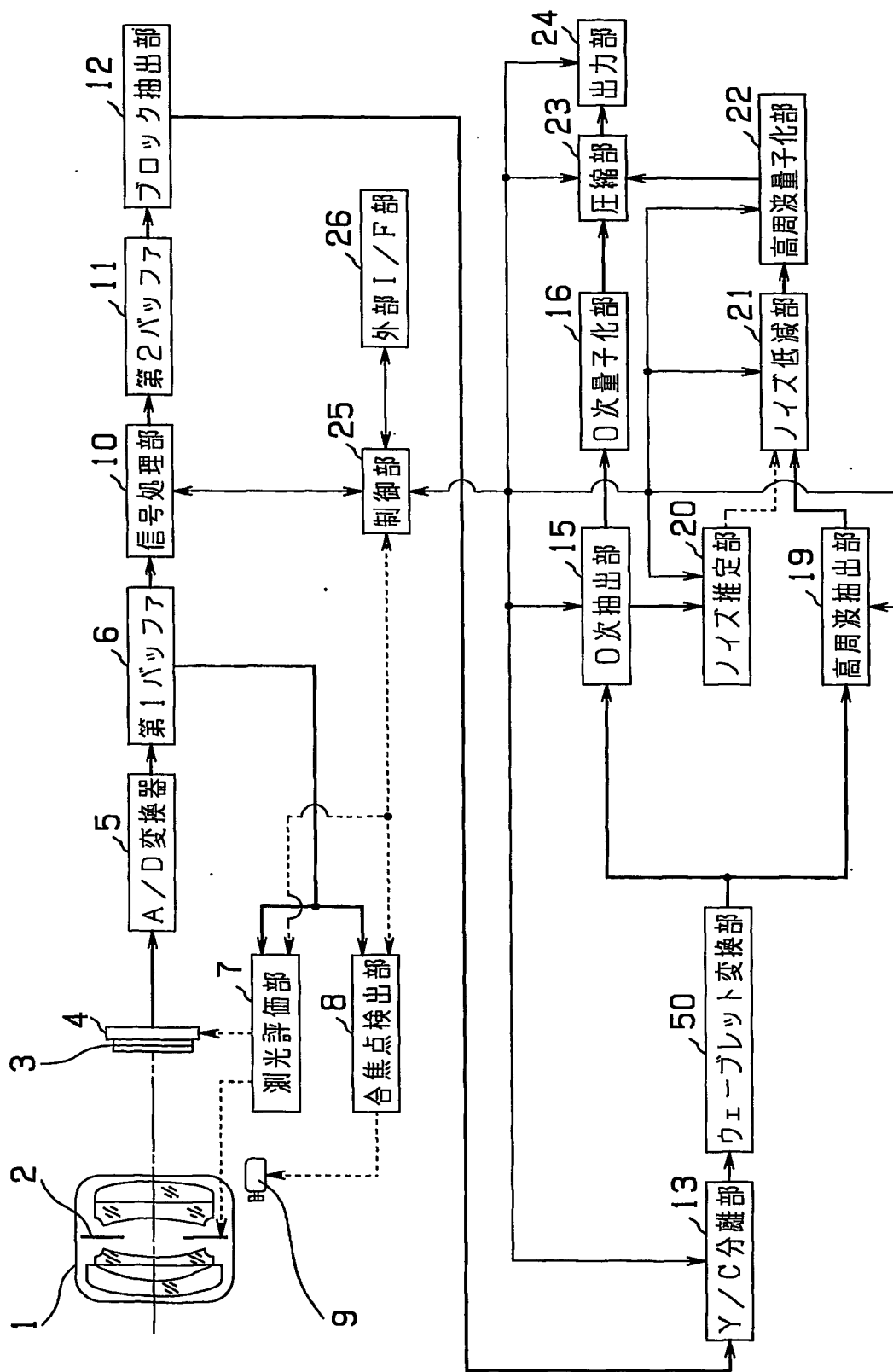


FIG. 8





9/16

FIG. 9A

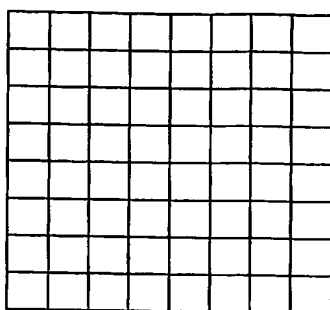


FIG. 9B

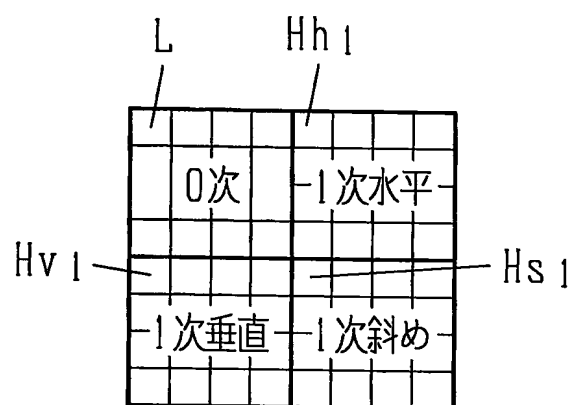
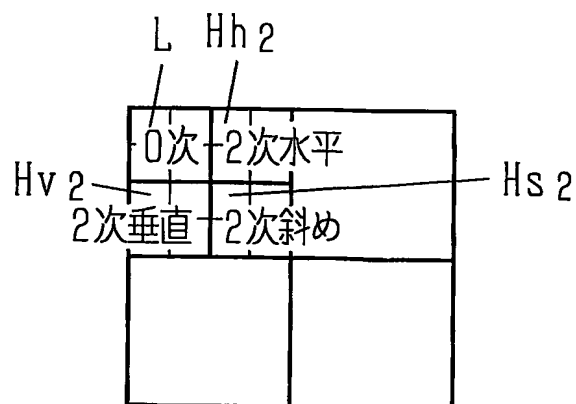


FIG. 9C



10/16

FIG. 10

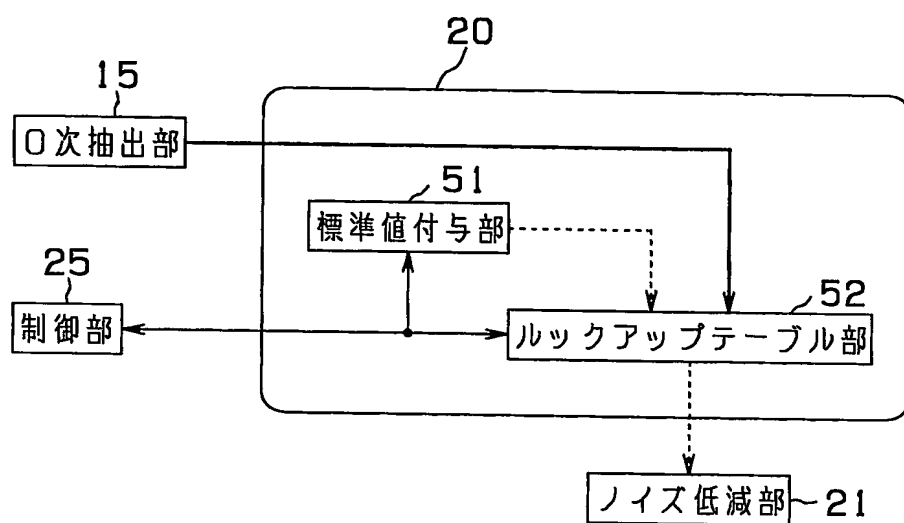
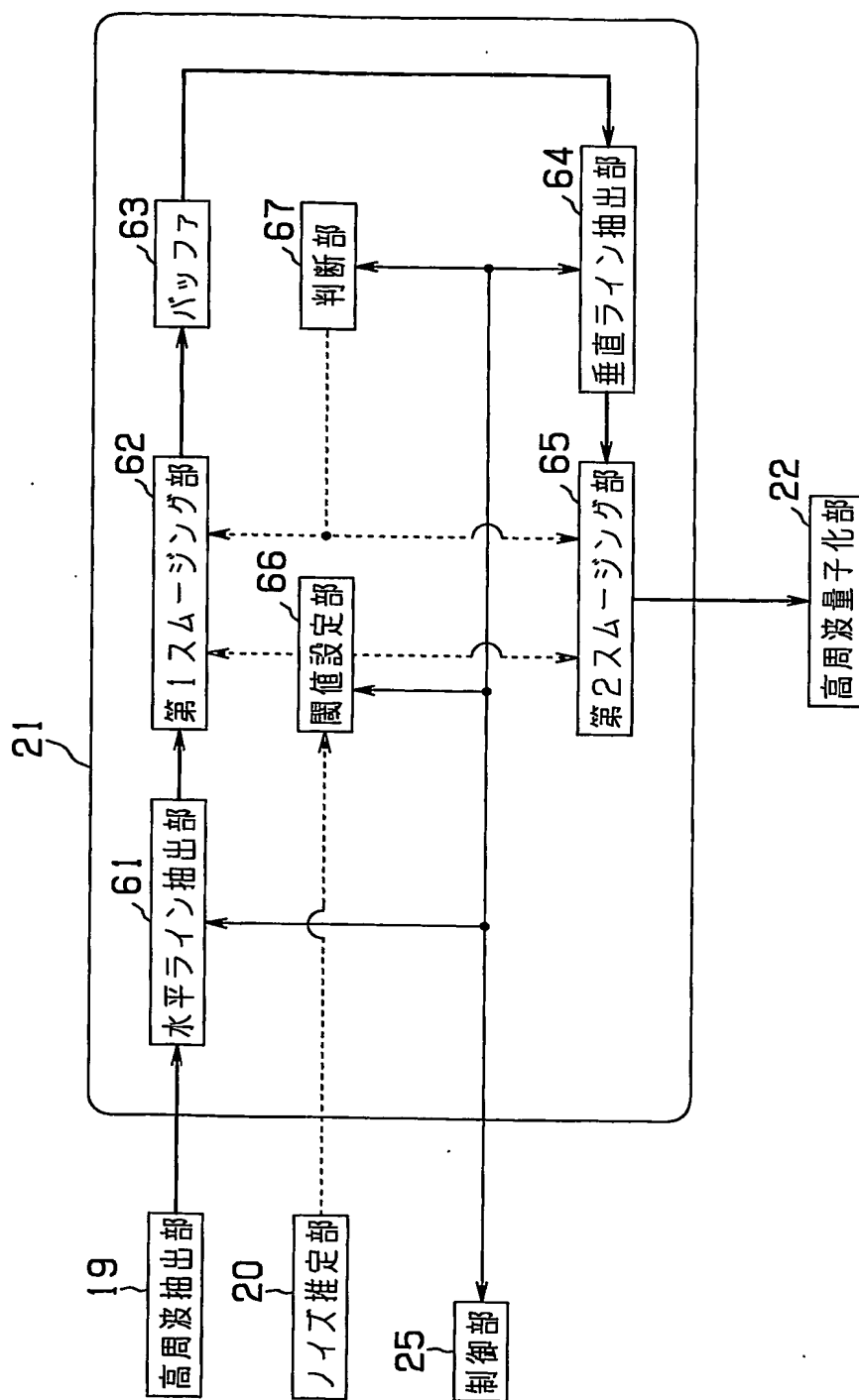


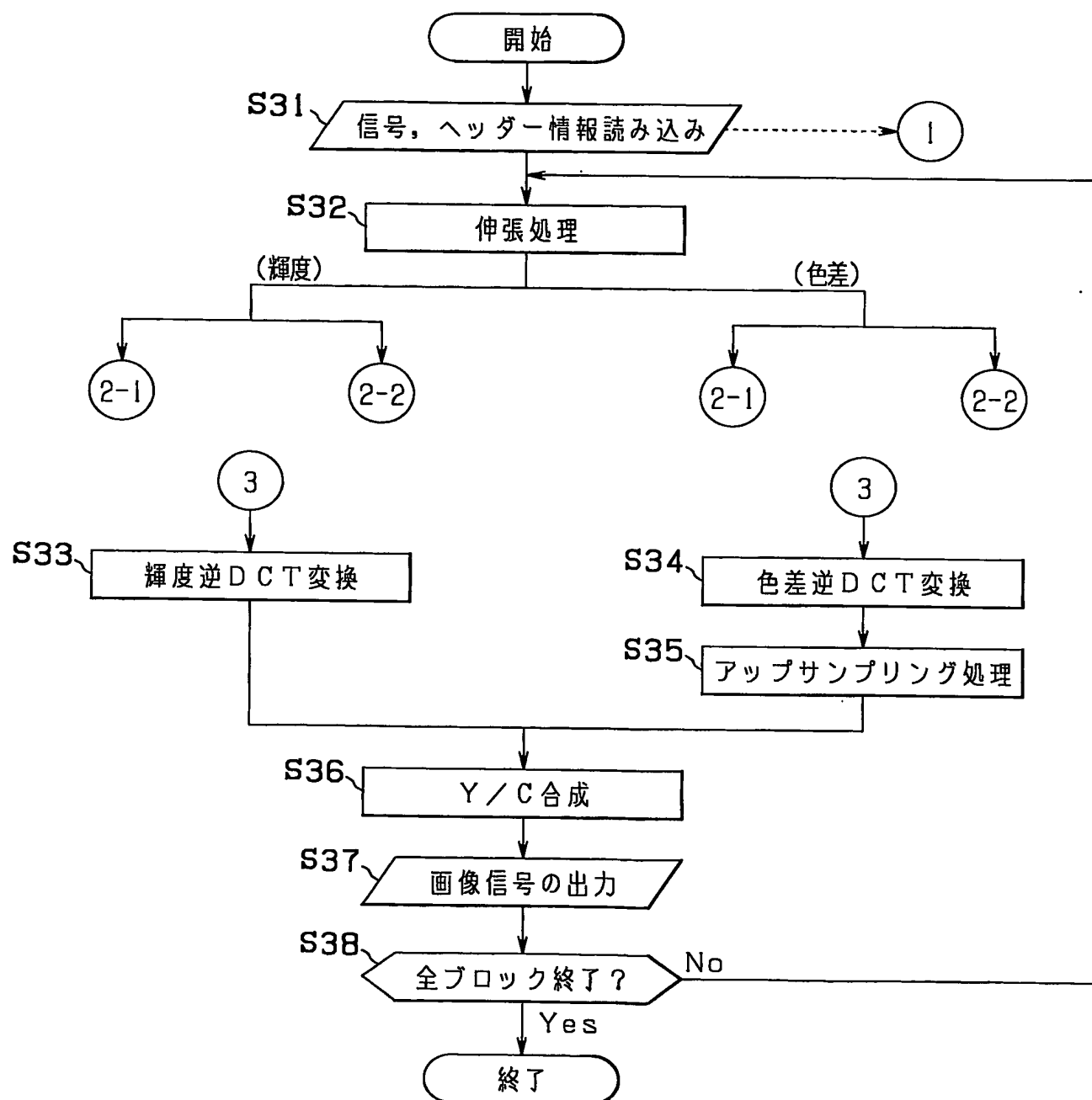
FIG. 11





13/16

FIG. 13A



14/16

FIG. 13B

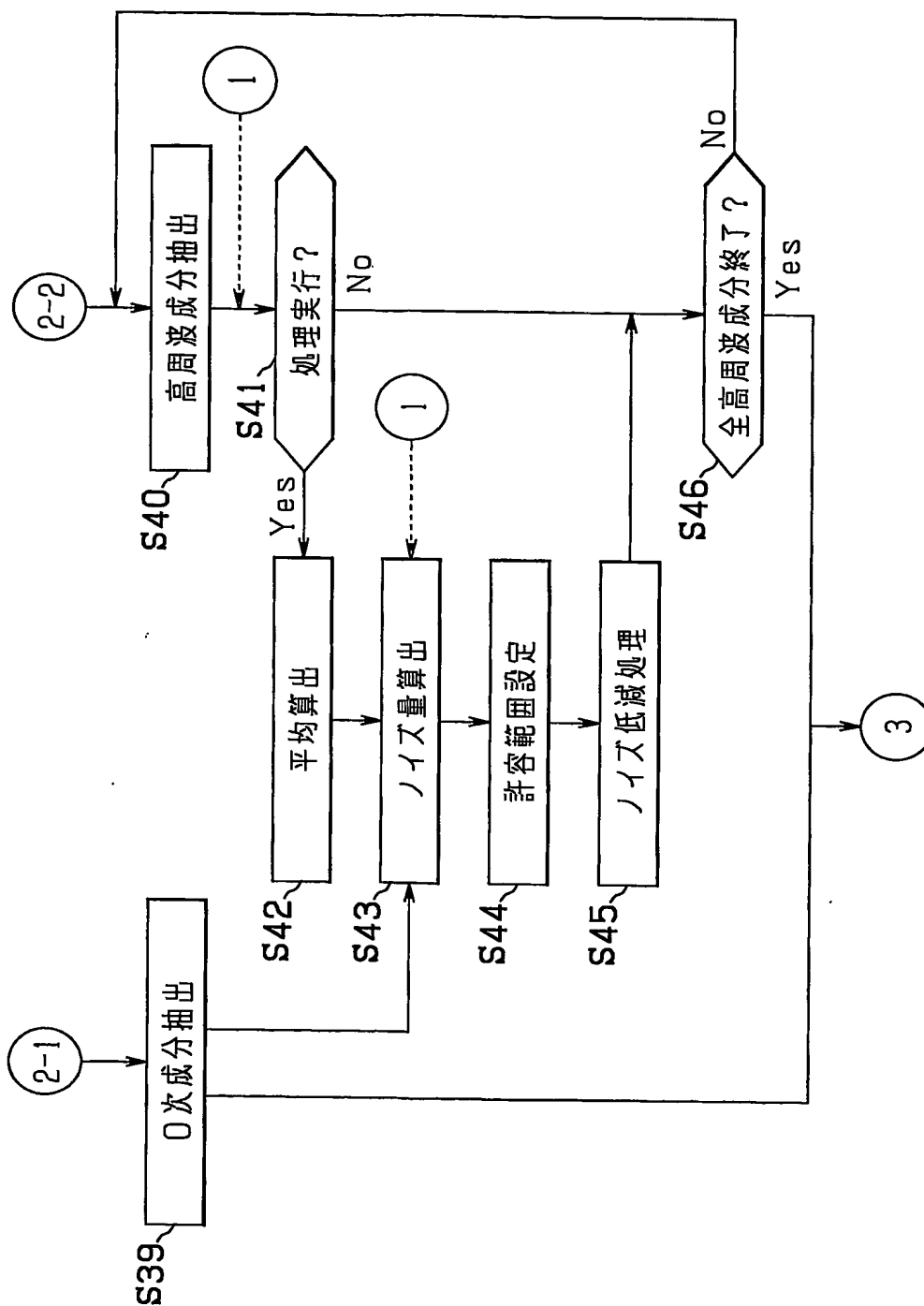
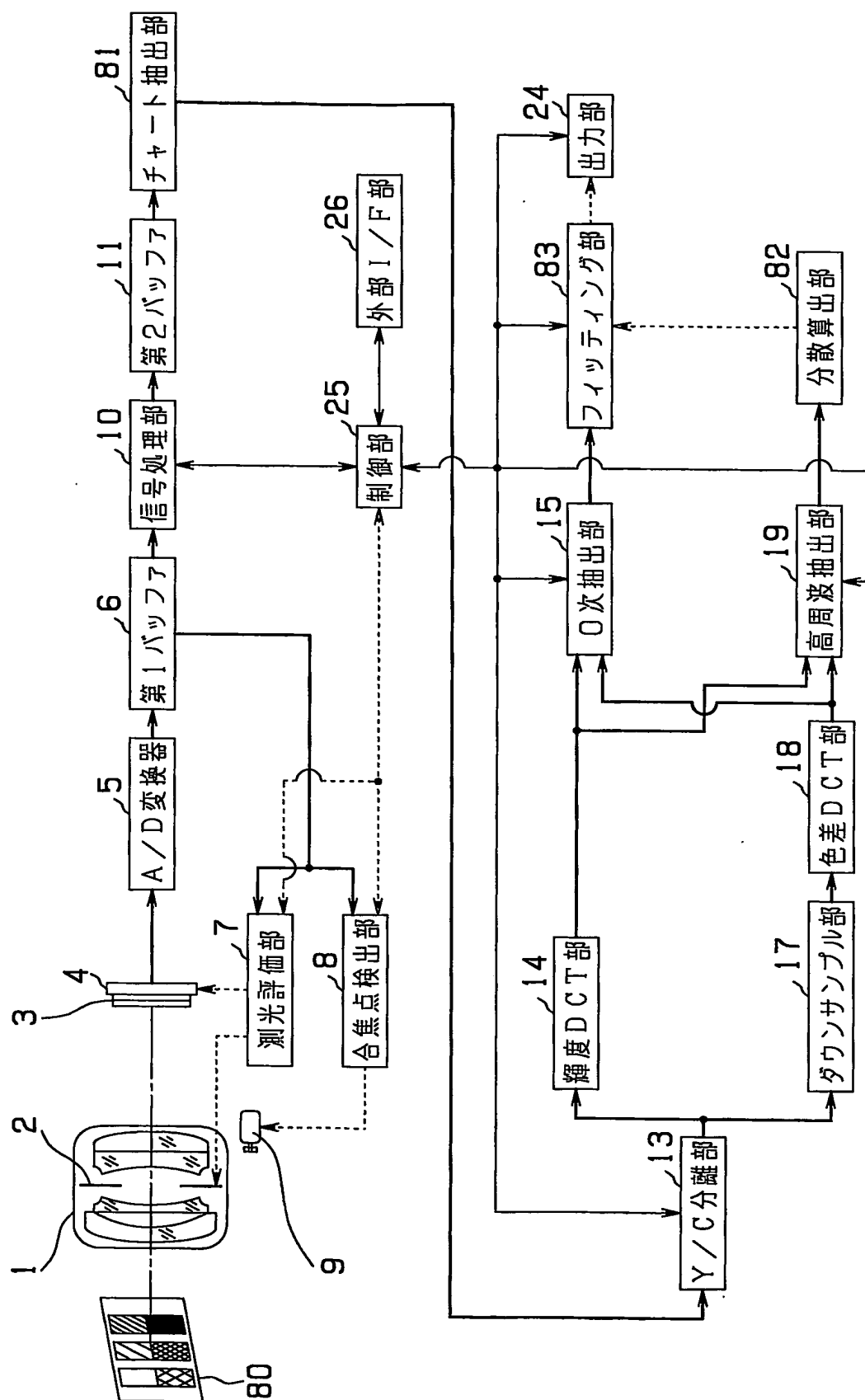
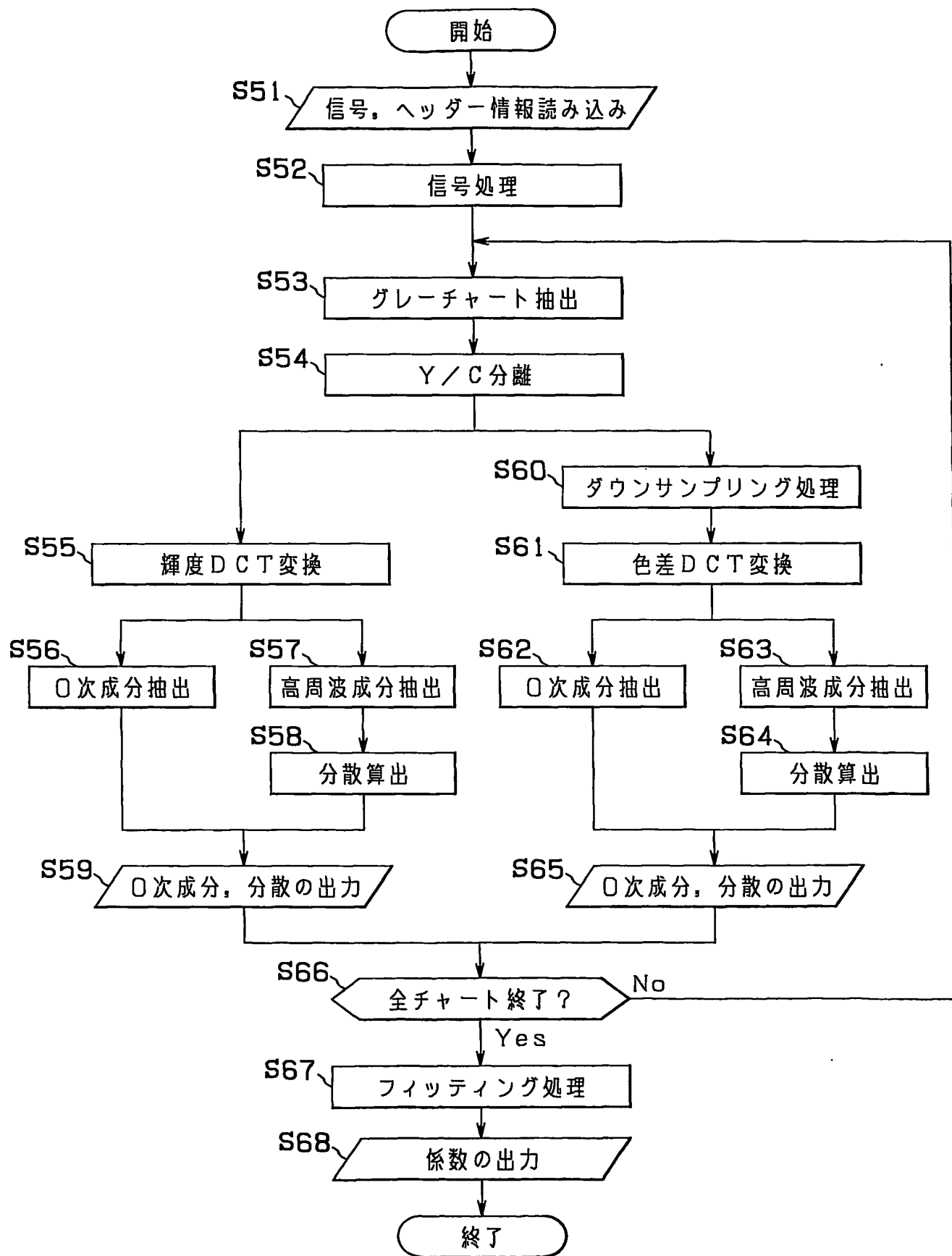


FIG. 14



16/16

FIG. 15





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12653

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H04N5/21

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H04N5/21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 11-501195 A (Philips Electronics N.V.), 26 January, 1999 (26.01.99), Pages 15 to 18; Fig. 1 & WO 97/23993 A	1, 10, 17, 20 6, 7, 15, 16 2-5, 8, 9, 11-14, 18, 19, 21
Y	JP 8-98060 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 12 April, 1996 (12.04.96), Par. Nos. [0026] to [0035]; Figs. 1, 3 (Family: none)	6, 7, 15, 16
A	JP 11-355781 A (Sharp Corp.), 24 December, 1999 (24.12.99), Full text; Fig. 1 (Family: none)	1-21

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 December, 2003 (18.12.03)

Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP03/12653

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 3-252274 A (Ricoh Co., Ltd.), 11 November, 1991 (11.11.91), Full text; all drawings (Family: none)	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H04N5/21		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl <sup>7</sup> H04N5/21		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2003年 日本国実用新案登録公報 1996-2003年 日本国登録実用新案公報 1994-2003年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 11-501195 A (フィリップス エレクトロニクス エヌ ベー) 1999. 01. 26, 第15-18頁, 第1図 & WO 97/23993 A	1, 10, 17, 20 6, 7, 15, 16 2-5, 8, 9, 11- 14, 18, 19, 21
Y	JP 8-98060 A (松下電器産業株式会社) 1996. 04. 12, 段落0026-0035, 第1, 3図 (フ ァミリーなし)	6, 7, 15, 16
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18. 12. 03		国際調査報告の発送日 13.01.04
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 直樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3581

## C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 11-355781 A (シャープ株式会社) 1999. 12. 24, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	1-21
A	J P 3-252274 A (株式会社リコー) 1991. 11. 11, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-21